

Untersuchungen zur postnatalen Gebißentwicklung beim Berliner Miniaturschwein

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades
doctor rerum agricuturarum
(Dr. rer. agr.)

eingereicht an der
Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät
der Humboldt-Universität zu Berlin

in Zusammenarbeit mit dem Institut für Veterinär-Anatomie des
Fachbereiches Veterinärmedizin der Freien Universität Berlin

von

Dipl.-Agraring. Grit Otto

geboren am 29.04.1969 in Cottbus

Präsident der Humboldt-Universität zu Berlin
Prof. Dr. Dr. h.c. H. Meyer

Dekan der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät
Prof. Dr. Dr. h.c. E. Lindemann

Gutachter: 1.
2.
3.

Tag der mündlichen Prüfung:

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis

1	Einleitung und Aufgabenstellung	1
---	---------------------------------	---

2 Literaturübersicht

2.1	Das Schwein in der Forschung	3
2.2	Allgemeines zu Zähnen und Gebiß des Schweines	3
2.3	Beschreibung der Zähne und ihrer Lage im Gebiß	4
2.4	Durchbruch der Zähne und Zahnwechsel	8
2.5	Anomalien	14
2.6	Vererbung von Gebißparametern	18
		25

3 Material und Methoden

3.1	Material	29
3.2	Methoden	29
3.2.1	Methoden zur Feststellung der Zahndurchbruchzeiten	32
3.2.2	Methoden zur Bestimmung der Okklusionsbeziehungen	32
3.2.3	Methoden zur statistischen Auswertung	34
		39

4 Ergebnisse

4.1	Dentition	41
4.1.1	Dentition innerhalb der Altersgruppen	41
4.1.2	Zahndurchbruch und -wechsel in der untersuchten Population	50
4.1.3	Vergleich der Durchbruchzeiten der Zähne von Reinzucht-, Inzucht- und Rückkreuzungstieren	56
4.1.4	Abweichungen in der Zahnzahl	57
4.2	Okklusionsbeziehungen	61
4.2.1	Transversale Okklusionsbeziehungen	61
4.2.1.1	Transversale Okklusionsbeziehungen in den Altersgruppen	61
4.2.1.2	Transversale Okklusionsbeziehungen in der Population	65
4.2.1.3	Betrachtung transversaler Okklusionsverhältnisse unter züchterischen Gesichtspunkten	69

4.2.2	Vertikale Okklusionsbeziehungen	71
4.2.3	Sagittale Okklusionsbeziehungen	74
4.2.3.1	Darstellung der sagittalen Okklusionsbeziehungen in den Altersgruppen	74
4.2.3.2	Sagittale Okklusionsbeziehungen im Frontzahnggebiet	81
4.2.3.3	Darstellung der sagittalen Okklusionsbeziehungen im Bereich der Eckzähne	84
4.2.3.4	Sagittale Okklusionsbeziehungen im Seitenzahnggebiet	88
5	Diskussion	89
5.1	Dentition	89
5.2	Okklusion	95
5.3	Ausblick	102
6	Zusammenfassung	104
7	Literaturverzeichnis	106
8	Tabellenverzeichnis	116
9	Abbildungsverzeichnis	119

1 Einleitung und Aufgabenstellung

Das Schwein hat außer der hauptsächlich landwirtschaftlichen Nutzung, neben den gebräuchlichen Modelltieren wie Mäusen, Ratten und Meerschweinchen, in Form der Miniaturschweinerassen einen festen Platz in der experimentellen Forschung erhalten. Aufgrund der Ähnlichkeiten morphologischer und funktioneller Merkmale mit dem menschlichen Organismus, z.B. des Herzens, der Nieren, des Magen-Darm-Kanals, der Zahnentwicklung und -morphologie, der Morphologie der Haut und der Reaktion auf Transplantate, bieten sich Schweine für verschiedene Forschungszwecke an. Die Eignung des Schweines für die Bearbeitung von zahnmedizinischen Fragestellungen, insbesondere kieferorthopädischen, parodontologischen und implantologischen, wurde in den Veröffentlichungen von WEAVER et al. (1962), MOUNT und INGRAM (1971), OTTO (1987) und OTTO et al. (1994) sowohl anhand eigener Untersuchungen als auch durch die Darstellung vieler anderer Forschungen auf zahnmedizinischem Gebiet bestätigt.

Aufgabe des Tierzüchters ist es, ein Tiermodell bereitzustellen, das eine rationale und qualitativ hochwertige Anwendung gewährleistet. Das erfordert eine genaue Charakterisierung und Typisierung des Modelltieres sowie die Reproduzierbarkeit der Merkmale. Der Züchter muß die Modelltierpopulation ständig überwachen und den Erfordernissen der Forschung entsprechend züchterisch bearbeiten.

Für einen Einsatz des Schweines als Modelltier in der Zahnmedizin sind grundlegende Kenntnisse über den Kauapparat, wie Aufbau, Form und Entwicklung der Zähne, Dentition, Okklusion und Wachstum sowie die Vererbung von Gebißmerkmalen notwendig. Der Aufbau und die Form der Zähne des Schweines sind von RIPKE (1964), HABERMEHL (1975), THAVALINGHAM (1983), NICKEL et al. (1987), KOCH und BERG (1990) umfassend beschrieben worden. Die Entwicklungsstadien des Zahnes beim Durchbruch wurden von BODEGOM (1969), WEAVER et al. (1966, 1969), McKEAN et al. (1971) veröffentlicht.

Angaben zur Dentition, über die Reihenfolge und den Zeitpunkt des Durchbruchs der Zähne sowie des Zahnwechsels sind in der Literatur vielfach zu finden, aber insbesondere die Angaben zum Zeitpunkt des Durchbruchs der Milch- und Dauenzähne sind für zahnmedizinische Untersuchungen nicht brauchbar, da die Gewinnung der Werte den heutigen wissenschaftlichen Anforderungen nicht entspricht.

Ebenso verhält es sich mit den Okklusionsbeziehungen, die zwar in der Literatur erwähnt werden, aber zahnmedizinischen Ansprüchen nicht genügen.

Statistische und populationsgenetische Untersuchungen zu Gebißmerkmalen sind in geringem Umfang u.a. von THAVALINGHAM (1983), NGARWATE (1984) veröffentlicht worden.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, den Gebißbereich einer geschlossenen Population des Berliner Miniaturschweines zu analysieren und damit zum einen den Kenntnissen über das Schweinegebiß weitere wichtige Grundlagen hinzuzufügen und zum anderen genetisch-züchterische Anhaltspunkte für die Bereitstellung eines standardisierten Modelltieres zu schaffen.

In den Untersuchungen zur Dentition sollen die Reihenfolge des Durchbruchs der einzelnen Zähne im Ober- und Unterkiefer, die Größe des Durchbruchintervalles vom Sichtbarwerden der Krone in der Alveole bis zum Erreichen der Okklusionsebene sowie Abweichungen in der Zahnzahl in einer Querschnittsuntersuchung in der Hauptentwicklungsphase des Schädels erfaßt werden.

Einer ausführlichen Studie werden die Okklusionsverhältnisse im Front-, Eck- und Seitenzahnggebiet unterzogen, die nach den kieferorthopädischen Diagnostikmethoden des Menschen bestimmt werden.

Die ebenfalls zu untersuchenden Einflüsse von Eberlinien und Sauenfamilien, sowie die Auswirkungen von Inzucht- und Rückkreuzungsverpaarungen auf die Dentition und Okklusionsbeziehungen sollen Hinweise auf genetisch-züchterische Einflüsse und die züchterische Weiterentwicklung der Population geben.

Die genaue Charakterisierung des Gebisses des Berliner Miniaturschweines und zulässige Verallgemeinerungen bezüglich der Gebisse anderer Haus- und Miniaturschweinerassen können die Grundlage für den weiteren Einsatz in der zahnmedizinischen Forschung bilden.

Mögliche Auswirkungen von Anomalien auf die Funktions- und Leistungsfähigkeit des Kauapparates in der konventionellen Schweinehaltung werden diskutiert.

2 Literaturübersicht

2.1 Das Schwein in der Forschung

Das Schwein wird neben den herkömmlichen Modelltieren, wie Maus, Ratte, Meerschweinchen, Hund und Katze, als wertvolle Ergänzung der Modelltierarten betrachtet. Im Vergleich zu den genannten Modelltierarten weisen Schweine aber einige Besonderheiten und Vorteile auf, die sich gegenüber den Nagetieren (Maus, Ratte, Meerschweinchen, Goldhamster) in der größeren morphologischen und physiologischen Ähnlichkeit mit dem Menschen äußert. Gegenüber den carnivoren Modelltierarten Hund und Katze ist das Schwein wegen seiner omnivoren Ernährungsweise bevorzugt. Schweine verfügen außerdem über versuchstechnisch wichtige Merkmale wie helle Hautfarbe mit spärlicher Behaarung, große Ohren mit leicht zugänglichen Venen, Umgänglichkeit, gute Fruchtbarkeit und eine relativ lange Lebensdauer (BÄHR u. SCHULZE, 1972; LEUCHT et al., 1982).

Die Eignung des Schweines als Modelltier für die humanmedizinische Forschung wurde von MOUNT und INGRAM (1971) sowie HÖRR (1973) in Literaturstudien an Beispielen belegt.

In der Forschung kommt das Schwein aber meist in seiner durch Züchtung entwickelten kleinvüchsigen Form, dem sog. Miniaturschwein zum Einsatz. Die Gründe für die Zucht von Miniaturschweinen lagen in der raschen Größen- und Gewichtsentwicklung der Hausschweinerassen und der damit verbundenen größeren Körpermasse, schwierigen Handhabung und hohen Haltungskosten (DETMERS, 1956; GEORGE et al., 1973). 1949 wurde deshalb am Hormel-Institut in Austin (Minnesota) mit der Züchtung der ersten Miniaturschweinerasse, dem Minnesota-Miniaturschwein, begonnen. Neben diesem gibt es weitere Miniaturschweinerassen, wie das Pitman-Moore-miniature pig, das Hanford-Miniaturschwein, das Göttinger Miniaturschwein und das Berliner Miniaturschwein.

Miniaturschweinerassen zeichnen sich durch eine einfache Handhabung, geringere Größe und eine bessere Ausnutzung der Haltungsmöglichkeiten gegenüber den Hausschweinerassen aus (MOUNT u. INGRAM, 1971). Sie sollten aber im Hinblick auf ihre anatomischen und physiologischen Normalwerte weitgehend mit denen des Hausschweines übereinstimmen (LEUCHT et al., 1982).

Für die Nutzung als Modelltiere müssen die Miniaturschweinerassen über eine definierte Qualität verfügen und in ihren morphologischen, physiologischen und bioche-

mischen Parametern Rückschlüsse auf den Menschen zulassen (FRIEDRICH, 1971). In der zahnmedizinischen Forschung weist das Schwein gegenüber den kleinen Modelltieren Vorteile aufgrund der Größe, der längeren Lebensdauer, der phylogenetischen Herkunft und seiner Ernährung auf. Der Hund ist, trotz der mit dem Menschen vergleichbaren Entwicklung des Alveolarfortsatzes und der Zahngröße, aufgrund des spezifischen Kautyps und des tiefen verzahnten Bisses für viele Fragestellungen nicht geeignet (BUCK et al., 1965). DOUGLAS (1972) gibt an, daß kein anderes Tier als das Schwein dem Menschen in Entwicklung, Größe und Physiologie des Zahnes näher kommt. BODEGOM (1969) betont die Ähnlichkeit der sagittalen und transversalen Beziehungen im Seitenzahngelände beim Menschen und beim Schwein. WEAVER et al. (1962) brachten in einer Studie über das Miniaturschwein in der zahnmedizinischen Forschung zum Ausdruck, daß sich Miniaturschweine in vielen Teilgebieten der Zahnheilkunde als Modelltier einsetzen lassen. Dabei spielen folgende Vorteile eine wichtige Rolle:

- Das Schwein ist ein Omnivor und führt mahlende Kaubewegungen aus.
- Es besitzt ein längeres Intervall der Milch- und Übergangsbezahnung.
- Es weist eine dem Menschen vergleichbare Entwicklung auf.
- Es ist leicht zugänglich für chirurgische Behandlung und Anästhesie.

Nach OTTO et al. (1994) reichen die physiologischen und pathologischen Parallelen zum Menschen vom embryonalen Stadium bis zu beinahe übereinstimmenden Ähnlichkeiten bei Mastikation und Kieferbewegungen. Außerdem ist die bakterielle Mundflora des Schweines vergleichbar mit der des Menschen. Daneben läßt sich am Miniaturschwein mit dem üblichen Instrumentar arbeiten (GEORGIEVA et al., 1973). Untersuchungen als Grundlage für zahnmedizinische Fragestellungen am Schädel verschiedener Schweinerassen sind u.a. von POWELL et al. (1973), FARKAS et al. (1976), OTTO (1977, 1987) und OTTO (1990) bekannt.

2.2 Allgemeines zu Zähnen und Gebiß des Schweines

Das Schwein ist ein Omnivor, ein Allesfresser. Das Gebiß dient dem Nahrungserwerb, der Nahrungsaufnahme und der Zerkleinerung der Nahrung im Zusammenwirken mit dem Skelett des Ober- und Unterkiefers, den Kaumuskeln, den Lippen und der Zunge. Die Zähne stellen ebenfalls in Zusammenarbeit mit den anderen Teilen des Kauapparates Prüf-, Wehr-, Faß- und Reinigungsorgane dar (BIENIECK u. BIENIECK,

1993). Zwischen Gebißform und Ernährungsweise bestehen enge Wechselwirkungen, so daß der jeweilige Gebißtyp der Ernährungsweise angepaßte Zahnformen aufweist (HALTENORTH, 1973; NICKEL et al., 1987).

Der Zahn besteht aus folgenden drei Substanzen: Zahnbein (Dentin), Schmelz und Zement. Das Zahnbein ist die, die Hauptmasse des Zahnes bildende Zahnsubstanz. Bei den Wurzelschmelz (beim Schwein alle außer den Eckzähnen des Ebers) wird der in die Mundhöhle hineinragende freie Teil des Zahnes, die Zahnkrone, von dem im Kiefer liegenden Teil, der Zahnwurzel, unterschieden. In Höhe der Grenze zwischen Krone und Wurzel, dem Zahnhals, verläuft der Zahnfleischrand, die Gingiva.

Die Krone des Dentinkörpers ist mit einer sehr harten, stark mineralisierten Substanz, dem Zahnschmelz überzogen. Der Innenraum des Dentinkörpers wird von der Zahnpulpa ausgefüllt, die aus Odontoblasten, Bindegewebe, Gefäßen und Nerven besteht. Die Zahnpulpa ist bei jungen Zähnen groß und verengt sich mit zunehmendem Alter durch die Anlagerung von Ersatzdentin.

Im Bereich der Zahnwurzel bildet das Zement die äußere Schicht. Der Zahn steckt mit seiner Wurzel in knöchernen Zahnfächern, den Alveolen, und wird durch den Zahnhalteapparat, das Periodontium festgehalten (BECKER, 1970; NICKEL et al., 1987; KOCH u. BERG, 1990; ROMER u. PARSON, 1991; BIENIECK u. BIENIECK, 1993).

Das Schweinegebiß wird als ursprüngliches Säugetiergebiß bezeichnet, weil es noch aus allen 44 Zähnen der niedersten Plazentalier besteht. Spezialisiert ist das Gebiß des Schweines durch die zu speziellen Werkzeugen geformten Eckzähne, die eine Besonderheit des Schweinegebisses darstellen. Entsprechend der unterschiedlichen Stellung und Funktion weist das Schweinegebiß wie alle Säugetiergebisse verschiedenen gestaltete Zähne auf. Aufgrund dessen wird es als heterodont bezeichnet. Folgende Zahnarten treten auf: Schneidezähne (Dentes incisivi), Haken- oder Eckzähne (Dentes canini), Prämolaren (Dentes praemolares) und Molaren (Dentes molares) (RIPKE, 1964; HABERMEHL, 1975; NICKEL et al., 1987; KOCH u. BERG, 1990).

An den Zähnen werden verschiedene Flächen unterschieden. Die dem Antagonisten entgegengerichtete Fläche wird als Kau- oder Reibfläche (Facies occlusalis) bezeichnet. Die Berührungsfläche zwischen benachbarten Zähnen heißt Facies contactus. Dabei benennt man die Fläche in Richtung der Medianebene bzw. des ersten Schneidezahnes als mesial (Facies mesialis) und die dazu entgegengesetzte Fläche als distal (Facies distalis) (EISENMENGER u. ZETNER, 1982; NICKEL et al., 1987; KOCH u. BERG, 1990).

Als Kurzbezeichnung der Zähne kommt in der Literatur in den meisten Fällen der erste Buchstabe der lateinischen Bezeichnung zur Anwendung. Zur Unterscheidung innerhalb einer Zahngruppe ist der jeweils am weitesten mesial liegende Zahn der ersten und der am weitesten distal liegende der letzte Zahn dieser Gruppe.

Nach EISENMENGER und ZETNER (1982) wird in der Veterinärmedizin die in der Humanmedizin übliche Bezifferung eingeführt. In diesem System kommen zur Bezeichnung der Kieferhälfte bei bleibenden Zähnen jeweils die Ziffern 1 bis 4 und im Milchgebiß 5 bis 8 zur Anwendung. Dabei wird die 1 bzw. 5 der rechten oberen Kieferhälfte zugeordnet und weiterführend im Uhrzeigersinn über links oben, links unten, rechts unten die Zahlenreihe fortgesetzt. Die Zähne selbst werden in jeder Kieferhälfte von der Mittellinie aus gezählt.

Von RIPKE (1964) wird angeführt, daß aufgrund der besonderen Eigenschaften des dem Eckzahn benachbarten Prämolaren, diese Zähne in der Literatur von distal nach mesial gezählt wurden. Des weiteren gibt er an, daß der erste Schneidezahn auch Zange, der zweite Schneidemittelzahn und der dritte auch Schneideeckzahn genannt werden.

Zur Darstellung der Zähne im Gebiß verwendet man Zahnformeln. Dazu wird die Summe der Zahntypen von mesial nach distal je einer Ober- und Unterkieferhälfte dargestellt. Für das Schweinegebiß ergibt sich folgende Formel:

$$\begin{array}{r} 3\text{I} \quad 1\text{C} \quad 4\text{P} \quad 3\text{M} \\ \hline 3\text{I} \quad 1\text{C} \quad 4\text{P} \quad 3\text{M} \end{array} = 44 \text{ Zähne.}$$

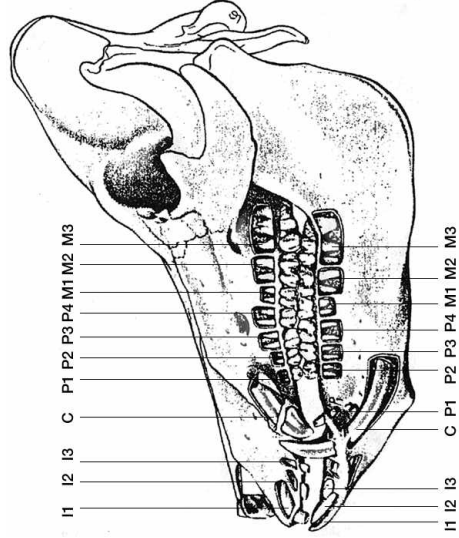


Abb. 1: Vollständiges bleibendes Gebiß eines Ebers (HABERMEHL, 1975)

In Abbildung eins sind alle Zähne des bleibenden Schweinegebisses in jeweils einer Ober- und Unterkieferhälfte dargestellt.

Beim Schwein treten, wie bei den meisten Säugetieren, zwei Zahngenerationen, Dentitionen, auf. Das Schweinegebiß unterliegt einem Zahnwechsel und wird somit als ditionont bezeichnet. Im Milchgebiß, der ersten Zahngeneration, werden 28 Zähne ausgebildet. Als Milchzähne (Dentes decidui) kommen Schneidezähne, Eckzähne sowie drei Prämolaren vor. Der erste Prämolar tritt nur einmal auf. In der Literatur existieren Angaben über seine Zugehörigkeit zum Milch- oder Dauergebiß. Zur Bezeichnung der Milchzähne werden entweder kleine Buchstaben genutzt oder hinter dem jeweiligen Großbuchstaben wird ein kleines d (d= decidui) angehängt. Die Molaren sowie P1 werden nicht gewechselt (HABERMEHL, 1975; EISENMENGER u. ZETNER, 1982; NICKEL et al., 1987; KOCH u. BERG, 1990).

Andere Autoren, wie z.B. Mc CANCE et al. (1961), WEAVER et al. (1962) sowie BO-DEGOM (1969) bezeichnen die Milchzähne im Seitenzahnggebiet als Milchmolaren. Der erste Prämolar wird in der Literatur teilweise auch Wolfszahn (Dens lupinus) oder Lückenzahn genannt (RIPKE, 1964; HABERMEHL, 1975).

Das Schwein besitzt Schneidezähne und Eckzähne vom haplodonten Typ, d.h. es sind einfach gebaute Zahnkronen mit einer einfachen Wurzel. Bei den Backenzähnen werden die sekodonte (schneidender Kaurand, Abb. 2) und die bunodonte (der Mahlfunktion angepaßte mehrhöckerige Krone, Abb. 3, 4) Form unterschieden, wobei das Schwein überwiegend Backenzähne vom bunodonten Typ aufweist.

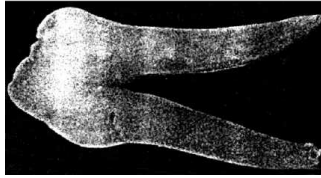


Abb. 2



Abb. 3



Abb. 4

Abb. 2: Zweiter Prämolar des Unterkiefers

Abb. 3: Bukkale Seite des unteren M1

Abb. 4: Okklusale Seite des M1 UK (alle nach THAVALINGHAM, 1983)

Nach der Kronenhöhe unterteilt man außerdem in niedrige (brachyodonte) und hohe (hypselodonte) Zähne. Erstere haben ein frühzeitig abgeschlossenes Längenwachstum und gut ausgebildete Wurzeln. Die Eckzähne des Ebers bilden eine Ausnahme. Es sind hypselodonte, wurzeloze Zähne, deren weit geöffnete pulpaerfüllte Zahnhöhle dafür sorgt, daß das, für das permanente Wachstum notwendige Aufbaumaterial, über die versorgenden Pulpagefäße herbeigeführt wird. Bei diesen Zähnen unterscheiden BIENIECK und BIENIECK (1993) den schmelzbedeckten Zahnkörper, dessen sichtbarer Teil auch Krone genannt wird, vom schmelzlosen Zahnsockel. Die Eckzähne der weiblichen Schweine bilden mit zunehmendem Alter Wurzeln (EISENMENGER u. ZETNER, 1982; KOCH u. BERG, 1990).

2.3 Beschreibung der Zähne und ihrer Lage im Gebiß

Die drei Schneidezähne (I1, I2, I3) jeder Kieferhälfte nehmen von mesial nach distal an Größe ab. Im Oberkiefer ist I1 ein kräftiger, gebogener Zahn mit mesial gerichteter Krone. Er ist Antagonist für I1 und I2 des Unterkiefers und hat eine kaudal liegende Kaufläche. Der I2 des Oberkiefers steht in deutlichem Abstand zu I1. Seine Krone ist seitlich komprimiert und berührt auch bei Kieferschluß seinen Antagonisten, I3 des Unterkiefers, nicht. Auch I3 steht in großem Abstand zu I2 und ist mit seiner dreifach gelappten Krone der kleinste und unscheinbarste Schneidezahn im Oberkiefer. Er steht über dem Diastema zwischen I3 und C des Unterkiefers (HABERMEHL, 1975; NICKEL et al., 1987).

I1 und I2 des Unterkiefers stehen eng beieinander und bilden eine Schaufel mit labial konvexer Fläche (NICKEL et al., 1987). Nach HABERMEHL (1975) sind diese beiden Zähne bei alten und veredelten Tieren durch einen Zwischenraum getrennt. I1 und I2 sind lang, gerade gestreckt und schmal meißelförmig. Lingual weisen diese Zähne eine von zwei Rinnen begleitete Schmelzleiste auf. Sie stehen sehr tief in ihren Alveolen (NICKEL et al., 1987).

I3 ähnelt formmäßig diesen beiden Zähnen, ist aber wesentlich kleiner (HABERMEHL, 1975). Nach KOCH und BERG (1990) hat I3 einen Hals.

Die Eckzähne (C) des Schweines sind wegen ihrer Größe besonders auffallend. Sie ragen aus der Mundspalte hervor (KOCH u. BERG, 1990). Der Unterkieferzahn ist größer als sein Antagonist. Er erreicht beim Eber eine Größe von 15 bis 18 cm, im Oberkiefer dagegen nur 10 cm. Der Eckzahn des Unterkiefers ist dreikantig, mit sei-

nem kronenseitigen Ende nach hinten gebogen und läuft in eine scharfe Spitze aus (HABERMEHL, 1975; NICKEL et al., 1987).

Die mediale und kaudale ebene Fläche des Unterkieferzahnnes sind mit schwarzem, gelblichem, längsgerilltem Schmelz überzogen. Die Orolateralfläche ist mit einer dicken Schmelzplatte bedeckt, glatt und gewölbt und glänzt weiß (KOCH u. BERG, 1990).

Der Unterkieferzahn (Abb. 5) steht mesial vor seinem Antagonisten und wird durch diesen an den beiden Seitenkanten und an der Spitze scharf gehalten. Der in weitem Abstand dem I3 folgende Eckzahn des Oberkiefers (Abb. 5) wird lateral von der Emmentia canina gestützt und läuft in eine etwas stumpfere Spitze aus (NICKEL et al., 1987). Er ist mit stark gerilltem dünnem Schmelz überzogen (KOCH u. BERG, 1990).

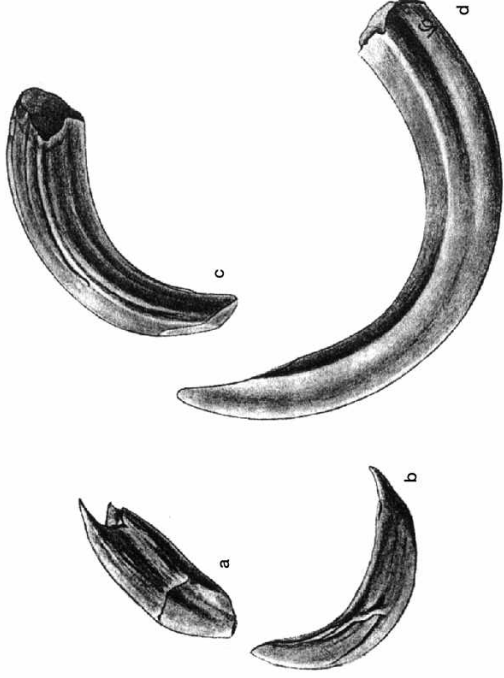


Abb. 5: Weiblicher (a,b) und männlicher (c,d) Ober- und Unterkieferzahn (HABERMEHL, 1975)

Die Prämolaren (P1, P2, P3, P4) nehmen kaudal an Größe zu. P1 des Oberkiefers (Abb. 6) ist durch eine große Lücke vom Eckzahn getrennt und durch eine kleine Lücke vom P2 (NICKEL et al., 1987). Nach HABERMEHL (1975) steht der P1 in den meisten Fällen dicht vor P2. P1 des Oberkiefers hat eine Haupt- und zwei Nebenspitzen und P2 ist zweispitzig, beide mit einem schneidenden Kaurand und in den meisten Fällen mit geringgradiger Abnutzung (HABERMEHL, 1975).

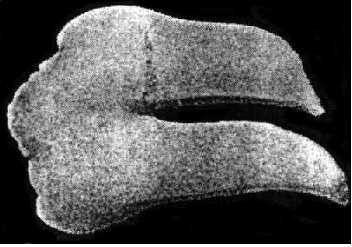


Abb. 6: Oberer P1 (THAVALINGHAM, 1983)

P3 und P4 des Oberkiefers haben eine dreihöckerige Kaufläche, die nach Abreibung dreieckig (P3) bzw. rundlich (P4) wird (NICKEL et al., 1987).

Im Oberkiefer sind P1 zwei-, P2 und P3 drei- und P4 vier- bis fünfwurzelig. Im Unterkiefer haben P1 und P2 zwei, P3 zwei bis drei und P4 drei Wurzeln (HABERMEHL, 1975; NICKEL et al., 1987).

P1 des Unterkiefers steht dicht hinter C und mit großem Abstand zu P2. Die Krone der Unterkieferprämolaren ist seitlich komprimiert und läuft okklusal in eine scharfe Kante aus. P2, P3 und P4 sind dreispitzig und können mit zunehmendem Alter abgerieben werden (NICKEL et al., 1987).

Der Abstand zwischen P1 und P2 im Unterkiefer kann nach HABERMEHL (1975) 1,5 bis 2,5 cm betragen. Die Kaufläche von P3 wird bei Abnutzung rechteckig und P4 hat bei beginnender Abnutzung eine zwei- bis dreihöckerige Krone.

Die Molaren (M1, M2, M3) des Ober- und Unterkiefers nehmen kaudal an Größe zu, wobei die des Unterkiefers länger sind (HABERMEHL, 1975).

Formmäßig ähneln sich M1 und M2 der beiden Kiefer. Sie haben vier Haupthöcker, die von Schmelzwarzen umgeben sind. M3 trägt neben fünf Haupthöckern ebenfalls zahlreiche Nebenhöcker. Im Unterkiefer weisen M1 und M2 vier Haupthöcker neben einigen Nebenhöckern auf. M3 dagegen hat sechs paarweise stehende Haupthöcker (HABERMEHL, 1975; NICKEL et al., 1987).

Zur Form der Kauflächen nach Abnutzung gibt HABERMEHL (1975) folgendermaßen Auskunft: M1 und M2 des Oberkiefers besitzen quadratische oder rundliche und M3 recht- oder dreieckige Kauflächen. Im Unterkiefer zeigen die Kauflächen des M1 quadratische oder runde, die von M2 und M3 dreieckige oder rechteckige Form.

Zur Wurzelzahl werden folgende Angaben gemacht: M1 des Oberkiefers ist sechs-, M2 fünf- bis sechs- und M3 sieben- bis achtwurzig. Im Unterkiefer weisen M1 und M2 vier und M3 sechs bis sieben Wurzeln auf (HABERMEHL, 1975; NICKEL et al., 1987).

Angaben zum Aussehen der Milchzähne werden von RIPKE (1964) und von HABERMEHL (1975) zu den Milchschnidezähnen und sehr grob von NICKEL et al. (1987) gemacht. Dabei wird festgestellt, daß nicht alle bleibenden Zähne dieselbe Form wie ihre Vorgänger zeigen. Im Oberkiefer gleichen nach HABERMEHL (1975) der erste und zweite Schneidezahn ihren Nachfolgern, wobei der zweite Milchschnidezahn eine gezackte Reibfläche besitzt. RIPKE (1964) dagegen spricht ihnen nur eine bedingte Ähnlichkeit zu.

Der dritte Milchschnidezahn hat keine Ähnlichkeit mit seinem Dauerzahn. Er stellt ein rundliches Stiffchen dar, dessen Krone gegen den Eckzahn des Unterkiefers gerichtet ist. Im Unterkiefer kommen die ersten und zweiten Milchschnidezähne in ihrem Aussehen ihren Nachfolgern nahe, aber sie besitzen eine weißelförmige, abgeplattete Krone. Der dritte Milchschnidezahn des Unterkiefers sieht wie ein rundliches Stiffchen aus und steht steil in seiner Alveole. Die Milcheckzähne haben keine morphologische Ähnlichkeit mit den bleibenden Eckzähnen, sie sind unbedeutende, rundliche Stiffchen.

Bei den Milchprämolaren des Oberkiefers sehen der zweite (Pd2) und dritte (Pd3) Milchprämolare weitgehend so aus wie ihre Dauerzähne. Der vierte Prämolare im Milchgebiß (Pd4) ist größer als sein Nachfolger, er hat vier Haupthöcker und mehrere Nebenhöcker. Nach Abnutzung wird die Kaufläche quadratisch. Dieser Zahn hat die Form eines Molaren. Im Unterkiefer sind die Größenverhältnisse ähnlich: der vierte Milchprämolare, dessen Kaufläche nach Abnutzung eine rechteckige Form annimmt, trägt sechs paarweise angeordnete Haupthöcker, umgeben von einigen Nebenhöckern. Die Wurzelzahl ist dementsprechend bei den jeweils vierten Prämolaren mit vier bis sechs Wurzeln im Oberkiefer und fünf bis sechs Wurzeln im Unterkiefer höher. WENHAM und FOWLER (1973) begründen diese Formunterschiede der vierten Prämolaren im Milch- und permanenten Gebiß mit den verschiedenen Aufgaben, die diese Zähne in der jeweiligen Zahngeneration zu erfüllen haben. Der vierte Prämolare im Milchgebiß bildet die Hauptmahloberfläche des jungen Tieres, während diese Aufgabe im permanenten Gebiß von den Molaren erfüllt wird.

THAVALINGHAM (1983) ermittelte bei Pd2 mit zwei bis vier, bei Pd3 mit drei bis fünf und bei Pd4 mit fünf bis sieben Wurzeln im Oberkiefer etwas abweichende Wurzel-

zahlen. Die bei Pd2 und Pd3 jeweils zwei bzw. bei Pd4 fünf bis sechs gefundenen Wurzeln im Unterkiefer verdeutlichen die auch bei NGARWATE (1984) bestätigte, tendenziell höhere Wurzelzahlausbildung im Oberkiefer.

NICKEL et al. (1987) geben an, daß beim Milchgebiß der dritte Schneidezahn des Oberkiefers im Unterkiefereckzahn seinen Antagonisten findet und der Eckzahn des Oberkiefers frei in das Diastema hineinragt.

Dimensionsunterschiede der jeweiligen Backenzähne im Ober- und Unterkiefer wurden von RIPKE (1964) sowie für die Milchprämolaren von THAVALINGHAM (1983) ermittelt. Übereinstimmend stellten beide dabei fest, daß der bukkolinguale Kronendurchmesser aller Milchprämolaren im Oberkiefer größer ist als im Unterkiefer. Der mesio-distale Kronendurchmesser ist bei Pd2 und Pd3 im Oberkiefer und bei Pd4 im Unterkiefer größer.

Bei den permanenten Prämolaren verändern sich diese Verhältnisse bei weiblichen Tieren. Demnach ist der bukkolinguale Kronendurchmesser bei P1 und P2 im Unterkiefer größer und der mesio-distale Kronendurchmesser im Ober- und Unterkiefer gleich groß.

Bei den Molaren verhalten sich die bukkolingualen Durchmesser wie bei den Prämolaren. Die mesio-distalen Kronendurchmesser der Molaren verändern sich mit zunehmendem Alter.

BODEGOM (1969) ermittelte beim Göttinger Miniaturschwein analog der bereits beschriebenen Formunterschiede der Milch- und Dauerprämolaren Dimensionsunterschiede der mesio-distalen Durchmesser. So sind die zweiten und dritten Prämolaren in dieser Distanz kleiner als ihre Nachfolger. Dagegen ist beim vierten Milchprämolaren der mesio-distale Durchmesser größer als beim bleibenden Prämolaren.

Die Zähne im Oberkiefer bilden den oberen Zahnbogen (Arcus dentalis superior), der untere Zahnbogen (Arcus dentalis inferior) wird dementsprechend von den Zähnen des Unterkiefers gebildet (Abb. 7). Die Treffebene zwischen Ober- und Unterkieferzahnreihe wird als Okklusionsebene bezeichnet (HALTENORTH, 1973). Bei den Haussäugetieren sind die Zahnbögen durch den Zwischenzahnrand (Diastema) unterbrochen (BIENIECK u. BIENIECK, 1993).

Das Gebiß des Schweines wird als isognath bezeichnet (NICKEL et al., 1987; THENIUS, 1989; OTTO et al., 1994). Demnach müßten nach Definition von BIENIECK und BIENIECK (1993) beide Kiefer deckungsgleich sein und bei zentraler Okklusion mit ihren ganzen Kauflächen aufeinander treffen. LANDOLT (1968) bezeichnet dagegen

den Begriff Isognathie beim Schwein als zu umfassend, da im Ober- und Unterkiefer zum Teil erhebliche Formunterschiede bestehen. Laut Aussage von BIENIECK und BIENIECK (1993) ist das Schweinegebiß bis auf die scherenartig funktionierenden Prämolaren isognath, wie auch KOCH und BERG (1990) beschreiben, daß die Prämolaren scherenartig aneinander vorbeigleiten.

Zur Ermittlung der normalen Okklusionsverhältnisse im Seitenzahnggebiet werden beim Schwein und anderen Haustieren die gleichen Grundsätze wie beim Menschen angewendet. Nach SELHORST (1964), der diese Kriterien beim Hund nutzt, können diese Grundsätze folgendermaßen ausgedrückt werden: Im Oberkiefer, der in sagittaler Richtung unbeeinflußbar ist, steht der erste Molar immer an der richtigen Stelle.

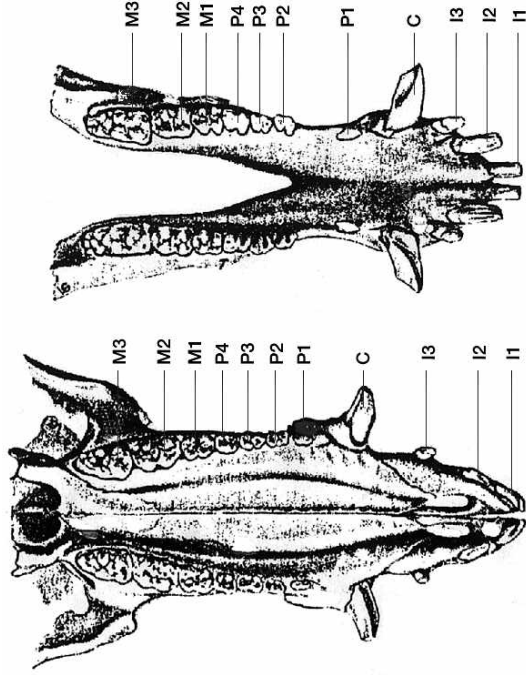


Abb. 7: Oberer und unterer Zahnbogen des Schweines (NICKEL et al., 1987)

So wurden von OTTO und SCHUMACHER (1978) bei der Bestimmung der Okklusion im Seitenzahnggebiet des Schweines die in der Kieferorthopädie des Menschen genutzten Kriterien angewendet. TONGE und Mc CANCE (1973) geben an, daß Neutralbiß im Seitenzahnggebiet beim Schwein vorliegt, wenn der mesiobukale Höcker des ersten Molaren im Oberkiefer zwischen die Höcker des ersten unteren Molaren greift. OTTO und SCHUMACHER (1978) stellten am Vietnamesischen Hängebauschwein diesen Neutralbiß im Seitenzahnggebiet fest und weisen auf einen physiologischen Kreuzbiß der dritten Molaren hin.

NICKEL et al. (1987) beschreiben die von ihnen als zentrale Okklusion bezeichnete Verzahnung im Seitenzahnggebiet beim Schwein folgendermaßen: P1 des Unterkiefers ragt wegen seiner extrem rostralen Lage in das Diastema zwischen C und P1 des Oberkiefers hinein. Die vier Prämolaren des Oberkiefers treffen daher auf P2 bis P4 des Unterkiefers als Antagonisten. Die ersten beiden Molaren des Oberkiefers finden als Antagonisten jeweils die Hälfte der gleichzähligen sowie der nachfolgenden Molaren des Unterkiefers. M3 des Oberkiefers steht allein mit dem sehr großen M3 des Unterkiefers in Kontakt (Abb. 1). TONGE und Mc CANCE (1973) geben an, daß die unteren Eckzähne sowohl im Milch- als auch im permanenten Gebiß mesial der oberen liegen.

Zu den Verhältnissen im Frontzahnbereich wird von OTTO und SCHUMACHER (1978) die Aussage getroffen, daß die ersten und zweiten Schneidezähne des Ober- und Unterkiefers okkludieren, wogegen bei BIENIECK und BIENIECK (1993) lediglich der erste Schneidezahn des Oberkiefers mit I1 und I2 des Unterkiefers okkludiert. Nach DYCE et al. (1991) sind die unteren Schneidezähne gerade nach vorn gerichtet und treten mit den gebogenen Schneidezähnen des Oberkiefers nicht vollständig in Kontakt.

BODEGOM (1969) beschreibt nach Untersuchungen am Göttinger Miniaturschwein eine Ähnlichkeit der Zahnbögen im Milch- und Dauergebiß. Demnach bilden die Schneidezähne einen fortgesetzten V- förmigen Bogen und im Seitenzahnggebiet sind die Zähne parallel zur Sagittalebene angeordnet. Von OTTO und SCHUMACHER (1978) wird die Form der Zahnbögen beim Vietnamesischen Hängebauschwein folgendermaßen beschrieben: Der Zahnbogen im Oberkiefer bildet eine langgezogene Ellipse mit dem größten transversalen Durchmesser zwischen den zweiten und dritten Prämolaren. Im Unterkiefer dagegen ist der Zahnbogen lyraförmig mit geringstem transversalem Durchmesser zwischen den ersten Prämolaren und dem größten transversalen Durchmesser zwischen den dritten und vierten Prämolaren. ACKERKNECHT (1950) beschreibt die Form der Backenzahnreihen beim Hausschwein als leicht S- förmig gebogen, beim Wildschwein dagegen als gerade.

2.4 Durchbruch der Zähne und Zahnwechsel

Wie schon unter Punkt 2.2 erwähnt, hat das Schwein ein diphyodontes Gebiß, d.h. in der Embryonalentwicklung wird eine zweimalige Dentition angelegt (KOCH u. BERG,

1990). Der Durchbruch der Milchzähne und der Zahnwechsel (Ausfall der Milchzähne und Durchbruch der bleibenden Zähne) erfolgt zu tierartlich unterschiedlichen Zeitpunkten und wird teilweise zur Altersbestimmung herangezogen. Allerdings sind ihr einige Grenzen gesetzt, da Durchbruch und Zahnwechsel durch zahlreiche Umweltfaktoren beeinflusst werden können und der Zahnwechsel bei Fleischfressern z.B. sehr unauffällig verläuft, so daß er selbst von guten Beobachtern übersehen werden kann (BERG, 1995).

Die Entwicklung des Zahnes beginnt mit der Bildung der Zahn- oder Schmelzleiste in einem frühen Embryonalstadium. Diese Zahn- oder Schmelzleiste wird aus ektodermalem Mundepithelgewebe gebildet, das sich leistenförmig in das darunterliegende mesodermale zukünftige Kiefergewebe schiebt. Die Zahnanlage entsteht aus dem am lateralen Ende der Schmelzleiste gelegenen Epithelknoten, der das Schmelzorgan bildet. Um diese Zahnanlage herum entwickelt sich das Zahnsäckchen. Im Schmelzorgan differenzieren sich Adamantoblasten und Odontoblasten. Erstere produzieren Zahnschmelz, letztere das Dentin. Das Zahnsäckchen bildet das knöcherne Zahnfach und die Wurzelhaut, die Zementoblasten in seinem Inneren das Zement. Der Zahnhalteapparat wird aus dem Alveolarfortsatz des Kieferknochens, der Wurzelhaut und dem, den Zahn nach seinem Durchbruch umfassenden Zahnfleisch gebildet.

Der Zahn bewegt sich durch die Ausbildung der Krone und das Wachstum der Wurzel in Richtung Mundhöhle. Zahnsäckchen, Knochen und Weichteilgewebe werden resorbiert, so daß die Zahnkrone unter der Mundschleimhaut liegt. Beim Durchbruch des Zahnes durch die Mundschleimhaut vereint sich das Epithelgewebe des Schmelzorgans mit dem Mundhöhlenepithel, so daß der Durchbruch wundlos stattfindet (BIENIECK u. BIENIECK, 1993).

Das Milchgebiß besteht aus einer kleineren Anzahl von Zähnen, die teilweise bei der Geburt vorhanden sind oder danach durchbrechen. Der Keim des bleibenden Zahnes, der bereits unter der Milchzahnwurzel angelegt ist, behindert nach einiger Zeit Wachstum und Ernährung des Milchzahnes. Durch Osteoklasten wird der Zahn von der Wurzelspitze aus abgebaut und fällt dann aus. Gleichzeitig mit dem Abbau der Milchzahnwurzel beginnt die Bildung der Krone des bleibenden Zahnes (KOCH u. BERG, 1990).

Das Längenwachstum des Zahnes ist mit der vollständigen Ausbildung der Wurzel abgeschlossen, was aber erst nach dem Durchbruch und Herausschieben des Zahnes aus dem Zahnfach der Fall ist (BIENIECK u. BIENIECK, 1993). Die verschiedenen Stadien der Bildung des Zahnes, beginnend mit der Krone und endend mit der Wur-

zel, sind nach BODEGOM (1969) verbunden mit schneller oder langsamer ablaufenden Phasen der Vertikalwanderung des Zahnes. Es besteht also zwischen dem ersten Sichtbarwerden der Krone in der Mundhöhle und dem Erreichen der Okklusion eine längere Zeitspanne. DYCE et al. (1991) bezeichnen den Zahndurchbruch als einen komplizierten, umstrittenen Vorgang, zu dem mehrere Faktoren beitragen, wie Wurzelwachstum, Knochenwachstum, Vermehrung des Pulpagewebes, Gewebsdruck und Zugkräfte des Periodontiums.

Die Definition und Verwendung des Begriffes „Zahndurchbruch“ ist in der Literatur vielfältig. Bei der Beschreibung der Zahnbildung, die mit einer Vertikalwanderung und damit einem Hineinschieben des Zahnes in die Mundhöhle verbunden ist, wird als „Durchbruch“ der Moment bezeichnet, in dem der Zahn die Mundschleimhaut durchbricht und damit die Krone sichtbar in der Mundhöhle erscheint (Mc CANCE et al., 1961). Im Zusammenhang mit der Erwähnung von Zeitangaben zu diesem Thema ist eine präzisere Definition notwendig, da wie festgestellt werden konnte, zwischen dem Erscheinen des Zahnes in der Mundhöhle und der Erlangung seiner Funktionsfähigkeit durch das Erreichen der Okklusionsebene eine Zeitspanne besteht. So beginnt nach HALTENORTH (1973) der „Zahndurchbruch“ nach der vollständigen Ausbildung der Krone und endet wenn die Zahnkrone die Kauebene erreicht.

Einige Zeitangaben aus der Literatur zum „Durchbruch“ der Milch- und Dauerzähne beim Schwein werden in Tabelle eins dargestellt. Im Folgenden sind diese Daten näher erläutert.

Die Aussagen von ENGELBERG (1917) beziehen sich auf den Moment in dem die okklusale Fläche der Krone vollständig aus dem Zahnfleisch herausgetreten ist. Er untersucht Tiere von sieben verschiedenen Rassen. Die angegebene Zeitspanne ergibt sich aus dem jeweils frühesten bzw. spätesten Zeitpunkt des Durchbruchs bei den erfaßten Tieren. JUMP und WEAVER (1965) beobachteten an 55 Pitman-Moore-Miniaturpigs wöchentlich den Zeitpunkt des Erscheinens der Zähne in der Mundhöhle. Somit stellt die angegebene Zeitspanne den frühesten und spätesten Zeitpunkt des Sichtbarwerdens der einzelnen Zähne innerhalb der untersuchten Tiere dar.

BECKER (1970) schreibt zu seinen Ausführungen, daß die von ihm genannten Zeitangaben Mittelwerte sind, die sich durch Art, Rasse und Reife verschieben können. Weiterhin gibt er an, daß beim 18 - 20 Monate alten Schwein das vollständige bleibende Gebiß vorhanden ist, es sei denn es handelt sich um Rassen, bei denen durch züchterische Maßnahmen Veränderungen in den Durchbruch- und Wechselzeiten auftreten. Er macht keine Aussagen zur Definition des „Durchbruchs“.

TONGE und Mc CANE (1973) untersuchten 37 Schweine der Rasse Large White in verschiedenen Altersgruppen und ihre Zeitangaben wurden zum Beginn des Durchbruchs und beim Erreichen der Okklusionsebene ermittelt. Die von ihnen stammenden Werte in Tabelle eins betreffen die Angaben zum Erreichen der Okklusionsebene. Die Autoren geben an, daß es zeitliche Unterschiede zwischen den gleichzähligen Antagonisten gibt, die sie aber nicht schriftlich fixiert haben.

Die von NICKEL et al. (1987) dargestellten Zeiten zum „Durchbruch“ und Wechsel der Zähne beziehen sich auf frühreife und spätreife Rassen. Die Streuung der Werte führen sie auf die Züchtung von frühreifen Rassen zurück. Es werden keine Angaben zur Definition des „Durchbruchs“ gemacht.

Insgesamt kann festgestellt werden, daß sich die von den meisten Autoren für jeden Zahn angegebene Zeitspanne auf unterschiedliche Aspekte bezieht. Damit wird deutlich, daß Vergleiche der Durchbruchzeiten zwischen verschiedenen Rassen bzw. den Angaben verschiedener Autoren kaum möglich sind. Teilweise wurden die Daten auch nicht nach Ober- und Unterkiefer getrennt.

Die Reihenfolge des Zahndurchbruchs beim Schwein, die nach WEAVER et al. (1962) konstanter ist als die Zeit des Durchbruchs, läuft folgendermaßen ab: zum Zeitpunkt der Geburt sind der dritte Milchschnidezahn sowie der Milcheckzahn vorhanden. Von den Milchschnidezähnen bricht als nächster Zahn der erste und dann der zweite Milchschnidezahn durch. In der gleichen Reihenfolge erfolgt auch der Wechsel, d.h. Eckzahn und dritter Schnidezahn wechseln zuerst, dann wechselt der erste Schnidezahn und danach der zweite. Die Reihenfolge des Wechsels der Schnidezähne unterscheidet sich von der bei Pferd und Wiederkäuer (HABERMEHL, 1975). Im Seitenzahngelände brechen der vierte und der dritte Milchprämolare zuerst durch. Hierbei fällt aber beim Vergleich einiger Autoren auf, daß entweder Pd3 zuerst oder Pd3 und Pd4 im Oberkiefer oder Pd3 im Oberkiefer und Pd4 im Unterkiefer zuerst durchbrechen. Danach kommt Pd2 zum Durchbruch. Nach JUMP und WEAVER (1965) bricht beim Schwein, wie beim Menschen, der erste Molar durch, noch bevor ein Milchzahn ausfällt. Verschieden ist auch die Ansicht über die zeitliche Reihenfolge des Durchbruchs von P1 und M1. RIPKE (1964) gibt an, daß P1 nach Angaben einiger Autoren sowohl vor, nach oder gleichzeitig mit M1 durchbrechen kann. Nach diesen beiden Zähnen bricht der M2 durch, dann wechseln die drei Milchprämolare und zuletzt bricht der dritte Molar durch.

Tab. 1: Angaben verschiedener Autoren zu Durchbruchzeiten der Zähne beim Schwein (d=Tag, W=Woche, M=Monat)

	ENGELBERG (1917)		JUMP, WEAVER (1965)		BECKER (1970)		TONGE, McCANCE (1973)		NICKEL et al. (1987)	
	OK	UK	OK	UK	OK	UK	OK	UK	OK	UK
Id1	1- 3W	4-14 d	1- 4W	1- 4W		7-28d		4W		1-5W
Id2	12-17W	7-10W	8-17W	7-11W	8-14W	6-10W		-	8-14W	6-10W
Id3	bei Geburt		bei Geburt		1 M		bei Geburt		bei Geburt	
Cd	bei Geburt		bei Geburt		1 d		bei Geburt		bei Geburt	
Pd2	7-10W	7-10W	5-9W	6-12W	5-7W		-		6-12W	
Pd3	1- 3W	3- 4W	1-3W	3- 5W	4-21d	14-30d	+/-4W		1-3W	2-7W
Pd4	6- 7W	2- 7W	3-4W	1- 3W	4-21d	14-28d	+/-4W		1-4W	2-7W
I1	11 -14 M		-		11 -14M		12M		11-14M	
I2	16 -20 M		-		16 -20M		20M		14-18M	
I3	6 - 9 M		-		6 - 9M		+/-12M		8-12M	
C	6 - 9 M		-		6 - 9M		12-16M		8-12M	
P1	3,5- 6,5M		17-26W	7- W	3,5- 6M		5- 8M		4- 8M	
P2	12 -16 M		-		12 -16M		12-16M		12-16M	
P3	12 -16 M		-		12 -16M		12M		12-16M	
P4	12 -16 M		-		12 -16M		8-12M		12-16M	
M1	4 - 6 M		-		4 - 6M		4M		4- 8M	
M2	10 -12 M		-		10 -12M		24M		7-13M	
M3	17 -22 M		-		17 -20M		24M		17-22M	

2.5 Anomalien

Gebißanomalien sind bei den verschiedenen Tierarten in unterschiedlichem Maße bekannt. Umfangreiche Kenntnisse über Gebißanomalien und ihre kieferorthopädische Behandlung existieren bei Hunden. Bei landwirtschaftlichen Nutztieren, wie Rind und Schwein sind Anomalien nur in geringem Umfang bekannt. Kenntnisse über das Gebiß und auftretende Anomalien sind bei diesen Tieren nur insofern von Interesse, wie sie die Leistung der Tiere beeinflussen. Dagegen spielen bei Hunden auch kosmetische Gesichtspunkte eine Rolle. In der Pferdezucht finden Anomalien im Gebißbereich und deren Vererbung Beachtung.

Die Untersuchung von Gebissanomalien beim Schwein ist für einen Einsatz als Modelltier in der Zahnmedizin unerlässlich. Von OTTO und SCHUMACHER (1978) wurden Schädel vietnamesischer Hängebauchschweine untersucht und verschiedene Gebissanomalien festgestellt. Obwohl von ihnen die meisten der beim Menschen auftretenden Anomalien bei diesen Tieren nicht gefunden wurden, sehen die Autoren darin keinen wesentlichen Nachteil für die Nutzung des Schweines als kieferorthopädisches Modelltier.

Anomalien des Gebisses sind transversale, vertikale oder sagittale Abweichungen von einzelnen Zähnen, Zahngruppen oder der einzelnen Kiefer an sich oder in ihrer Lage zu den Antagonisten. Eine international gültige Klassifikation der Vielzahl von Gebissanomalien unter morphologischen und funktionellen als auch ätiologischen und genetischen Gesichtspunkten gibt es nicht (KLINK-HECKMANN u. BREDY, 1990). Von einigen Autoren (HEILMANN u. FAHRENKRUG, 1987; SCHNEIDER, 1992; BIENIECK u. BIENIECK, 1993) werden die transversalen, vertikalen und sagittalen Abweichungen in dentoalveoläre und skelettale Abweichungen unterteilt.

Mittellinienabweichungen sind transversale Abweichungen in der Front, die an der fehlenden Übereinstimmung von oberer und unterer Mittellinie festgestellt werden (KLINK-HECKMANN u. BREDY, 1990; SCHNEIDER, 1992). OTTO und SCHUMACHER (1978) fanden beim vietnamesischen Hängebauchschwein Mittellinienabweichungen, die nach rechts und links sowie gleichzeitig mit einer anomalen Bisslage auftraten.

Von diesen Autoren ebenfalls festgestellte Nonokklusionen und Kreuzbisse stellen transversale Okklusionsstörungen dar. Sie treten nach KLINK-HECKMANN und BREDY (1990) als örtliche Okklusionsstörung infolge Abweichungen in den Einzelzahnbögen oder als dysgnathe Bisslage durch Seitbiß des Unterkiefers auf. Nach REICHENBACH und BRÜCKL (1971) sowie SCHNEIDER (1992) kommen sowohl bukkale als auch linguale Nonokklusionen vor, wobei SCHNEIDER (1992) diese beiden Formen als Extremfälle der Bukkal- bzw. Lingualokklusion ansieht. Kreuzbiß wurde beim vietnamesischen Hängebauchschwein jeweils nur an einzelnen Zähnen beobachtet.

Zu den transversalen Abweichungen zählen ebenfalls die Kompression (Schmalstand) und die Expansion (Breitstand). Beide Abweichungen treten sowohl beidseitig als auch einseitig sowie in beiden Kiefern und verschiedenen Zahnbogenabschnitten auf (SELHORST, 1964; KLINK-HECKMANN u. BREDY, 1990; SCHNEIDER, 1992). Beim Menschen wird für die Beurteilung der transversalen Kieferbreite der sogenannte PONT'sche Index hinzugezogen, der den Abstand der vorderen

Prämolaren und Molaren ins Verhältnis zur Breite der oberen Schneidezähne setzt. Als vertikale Anomalien werden die Verlängerung und die Verkürzung bezeichnet. Eine Verlängerung tritt nach SELHORST (1964) auf, wenn die Zähne mitsamt dem Alveolarfortsatz über die Kauebene hinaus verlängert sind. Bei einer Verkürzung sind die Zähne mit ihrem Alveolarfortsatz verkürzt, so daß sie entweder ihre Antagonisten und die Kauebene nicht erreichen oder eine zu geringe Kronenhöhe aufweisen. Bei einer Verkürzung kommt es zum offenen Biß, der nach seiner Lokalisation als frontal offener Biß oder seitlich offener Biß bezeichnet wird (REICHENBACH u. BRÜCKL, 1971). Im regelrechten Gebiß des Menschen beträgt der normale Überbiß (Overbite) in der Front 2 - 3mm. Ein vergrößerter Overbite wird als Tiefbiß bezeichnet (KLINKHECKMANN u. BREDY, 1990; SCHNEIDER, 1992). OTTO und SCHUMACHER (1978) fanden beim Vietnamesischen Hängebauchschwein beide Arten des offenen Bisses (Abb. 8, 9).

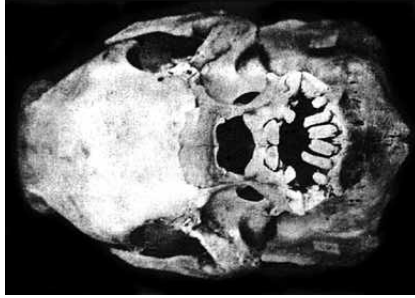


Abb. 8: Frontal offener Biß



Abb. 9: Seitlich offener Biß, Mesialbiß, progene Verzahnung der Front (OTTO u. SCHUMACHER, 1978)

Anomalien in der Bißlage oder der sagittalen Okklusionsbeziehung (SCHNEIDER, 1992) werden vom Neutralbiß abgeleitet. Bei einem Distalbiß stehen die unteren Zähne weiter distal als beim Neutralbiß (KLINK-HECKMANN u. BREDY, 1990). OTTO und SCHUMACHER (1978) fanden Distalbisse beim Vietnamesischen Hängebauchschwein sowohl einseitig, als auch beidseitig. Mesialbiß (Abb. 9) liegt nach KLINK-

HECKMANN und BREDY (1990) vor, wenn die unteren Zähne weiter vorn, also mesial okkludieren. Wichtig ist, laut Aussage dieser beiden Autoren, bei der Bestimmung der Okklusion die Seitenzähne und Eckzähne zu berücksichtigen, um abweichende Bißlagen von örtlichen Okklusionsstörungen durch Zahnwanderungen zu unterscheiden. Von OTTO und SCHUMACHER (1978) wurde Mesialbiß öfter als Distalbiß gefunden. Dabei trat der Mesialbiß auch hier einseitig sowie beidseits auf.

Zu den sagittalen Anomalien zählen die Protrusion und die Retrusion. Bei der Protrusion stehen die Zähne im Vergleich zu ihrer normalen Stellung zu weit mesial. Bei der Protrusion der Frontzähne, die von SCHNEIDER (1992) auch als labialer Kippstand bezeichnet wird, weist der Frontzahnbogen eine längere, spitzere Form auf und die apikale Basis ist verkürzt (KLINK-HECKMANN u. BREDY, 1990). Bei einer Retrusion bzw. einem lingualen Kippstand (SCHNEIDER, 1992) wird am Modell ein Engstand sichtbar bei gleichzeitig geräumigem Wurzelgrund.

Die sagittale Frontzahnstufe (Overjet) gibt die sagittale Abweichung in der Front an. Dabei sollen beim Menschen die Unterkieferfrontzähne die des Oberkiefers am Wendepunkt der palatinalen Krümmungen der Schneidezähne des Oberkiefers berühren. Bei Abweichungen nach ventral liegt Kopfbiß oder bei einer negativen Frontzahnstufe eine prognene Verzahnung vor (SCHNEIDER, 1992). Im Seitenzahnggebiet können die Zähne ebenfalls nach mesial bzw. distal versetzt oder gekippt sein (SCHNEIDER, 1992).

Sagittale Abweichungen einzelner Zähne im Seitenzahnggebiet bzw. transversale Abweichungen im Frontzahnggebiet können als Lückenstand (Diastema) oder Engstand auftreten. Ein Diastema ist eine stellungsbedingte Lücke zwischen zwei Zähnen. OTTO und SCHUMACHER (1978) fanden bei ihren Untersuchungen an Vietnamesischen Hängebauschweinen bei acht Gebissen eine abweichende Lückenausbildung zwischen erstem und zweitem Prämolaren des Ober- und Unterkiefers. Außerdem stellen sie Diastemen zwischen zweitem und drittem bzw. drittem und viertem Prämolaren fest.

Als Engstand wird in der Kieferorthopädie die klinische Manifestation eines Mißverhältnisses zwischen Zahngröße und Platzangebot bezeichnet (SCHNEIDER, 1992). Unter ätiologischen Gesichtspunkten unterscheidet man den primären Engstand, bei dem die genannte Diskrepanz hereditär bedingt ist. Beim sekundären Engstand kommt es zu einem unechten Platzmangel durch Aufwanderung von Zähnen. Tertiärer Engstand (sog. Adoleszentenengstand) entsteht aufgrund von späteren Wachstums- und Entwicklungsvorgängen.

Weiterhin wurden von SELHORST (1964) zwei Begriffe definiert, die anomale Zahn- und Kieferstellungen beschreiben. Bei der Prognathie liegt ein Distalbiß und eine Protrusion im Frontzahnbereich des Oberkiefers bei normalem Unterkiefer vor. Ein Mesialbiß verbunden mit einer Vorkiefigkeit im Unterkiefer bei normalem Unterkiefer wird als Progenie (Abb. 10) bezeichnet. Verdrängen dagegen die oberen Schneidezähne die Unterkieferschneidezähne in eine labiale Stellung und es besteht keine Vorkiefigkeit, so liegt eine progene Verzahnung (Abb. 9) vor.

Bei den Untersuchungen von OTTO und SCHUMACHER (1978) am Vietnamesischen Hängebauchschwein wurde bei nur 14 Prozent der Tiere ein Normalbiß in der Front gefunden. In unveröffentlichten Studien von OTTO (1976) an dem selben Material kam zum Ausdruck, daß der untere Frontzahnvorbiß oder progene Verzahnung bei 64,7 Prozent der Tiere auftrat. Ein Unterkiefervorstand wurde dagegen bei nur 11 Prozent der Tiere festgestellt. Vergleichsuntersuchungen zum Unterkiefervorstand wurden von OTTO und WILHELM (1979) an Haus- und Wildschweinen durchgeführt. Dabei konnte bei 20 Prozent der Hausschweinschädel und bei 6,4 Prozent der Wildschweinschädel eine progene Stellung der Frontzähne beobachtet werden. Bei sieben Prozent der Hausschweinschädel stand der untere Alveolarfortsatz frontal vor dem oberen. Die Wildschweinschädel zeigten diese Anomalie nicht. Diese Zahlen verdeutlichen laut Aussage der Autoren eine eindeutige Dominanz der progenen Formen bei Vietnamesischen Hängebauchschweinen.

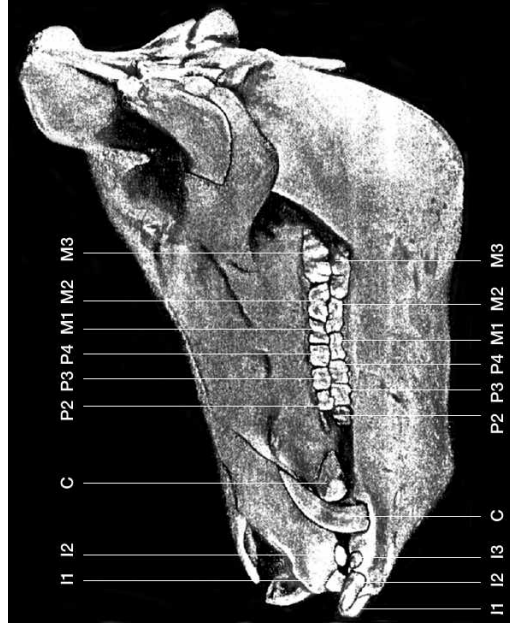


Abb. 10: Progenie (HABERMEHL, 1975)

Nach Mc CANCE et al. (1961) ist die Protrusion des Unterkiefers im Wachstumsalter eine normale Erscheinung. Bei Untersuchungen unterernährter Schweine beobachteten sie verstärkte Unterkiefervorstände, die sie als Gebißfehlbildungen bezeichneten. Als Ursache dafür gaben die Autoren ein relativ gehemmtes Wachstum des Unterkiefers gegenüber dem stärker verzögerten Wachstum des Oberkiefers an.

MURARI (1984) fand bei Schweinen der Deutschen Landrasse aus Mastprüfungsanstalten Tiere, die eine kleine Unterkieferlänge bei gleichzeitig langem Schädel bzw. eine große Unterkieferlänge bei sehr kleiner Schädelänge aufwiesen. Daraus leitete er bei ersteren die Tendenz zu Brachygnathia inferior und bei letzteren zu Brachygnathia superior ab.

Brachygnathia inferior wurde ebenfalls von BECKER (1970) erwähnt, der die Ursache in mangelhaftem Wachstum des Unterkiefers infolge Ossifikationsstörungen sieht. Von ihm werden KOCH et al. (1957) zitiert, die unter 1000 Schweineschädeln nicht einen mit normalen Kiefern fanden. Der ebenfalls von BECKER (1970) zitierte ATS (1942) stellte Brachygnathia superior bei 21 Prozent der von ihm untersuchten Tiere im Alter von $\frac{3}{4}$ bis einem Jahr fest.

Einzelzahnabweichungen äußern sich nach SCHNEIDER (1992) in einer körperlichen Versetzung, einer Drehung oder einer Kippung des Zahnes. Nach SELHORST (1964) treten Stellungsanomalien des Zahnes als eine anormale Drehung um eine seiner drei Achsen (Längsachse, labio-linguale Achse und mesio-distale Achse) auf. BECKER (1970) sowie DAHME und WEISS (1988) definieren Drehungen des Zahnes um seine Längs- bzw. Querachse. Zahndrehungen wurden von OTTO und SCHUMACHER (1978) beim Vietnamesischen Hängebauchschwein am dritten bleibenden Schneidezahn sowie am ersten Prämolaren beobachtet.

Abweichungen von der normalen Zahnzahl treten als Zahnunterzahl (Oligodontie) oder als Zahnüberzahl (Polyodontie) auf (BECKER, 1970; EISENMENGER u. ZETNER, 1982; DAHME u. WEISS, 1988; BIENIECK u. BIENIECK, 1993).

Eine Zahnüberzahl kann nach BECKER (1970) sowie BIENIECK und BIENIECK (1993) durch Milchzahnpersistenz, einen stammesgeschichtlichen Rückschlag, eine genetisch bedingte Überproduktion der Zahnleiste oder Mißbildung hervorgerufen werden. Eine atavistische Polyodontie (stammesgeschichtlicher Rückschlag) liegt vor, wenn ein überzähliger Zahn an einer Reduktionsstelle des Gebisses auftritt.

Die echte Oligodontie entsteht nach BECKER (1970) durch ein Fehlen der Zahnanlage oder eine Zerstörung bzw. Unterdrückung während der Embryonalentwicklung. Nach Aussagen dieses Autors kommt Oligodontie häufiger vor als Polyodontie.

Eine Polyodontie von P2, P3, P4 stellte STUBBE (1993a) an Wildschweinschädeln fest. OTTO und SCHUMACHER (1978) registrierten in einem Fall beim vietnamesischen Hängebauschwein Zahnüberzahl beim bleibenden Eckzahn.

Eine Zahnunterzahl konnte von OTTO und SCHUMACHER (1978) bei I2, P1, P3 und M1 am vietnamesischen Hängebauschwein festgestellt werden. STUBBE (1993a) beobachtete ein Fehlen von I3, Pd2, Pd3, P2, P3 an Wildschweinen. BO-DEGOM (1969) stellte ein beidseitiges Fehlen des unteren zweiten Prämolaren fest. SIERP-KARASCH (1982) registrierte eine Oligodontie des I3 bei 24 Prozent der von ihr erfaßten Wildschweinschädel und bei zehn Prozent der untersuchten Haus-schweinschädel.

Das Fehlen von P1 wird in der Literatur sehr oft beschrieben. Dabei fehlt der erste Prä-molar im Unterkiefer häufiger als im Oberkiefer (RIPKE, 1964). Beim vietnamesischen Hängebauschwein, das von OTTO und SCHUMACHER (1978) in verschiedenen Al-tersgruppen untersucht wurde, fehlte der P1 bei 34 Prozent der Tiere ein- oder mehr-mals, wobei hier das Fehlen des P1 im Oberkiefer einbezogen ist. THAVALINGHAM (1983) und NGARWATE (1984) überprüften jeweils eine Unterkieferhälfte von 5,5 Mona-te alten Schweinen. Dabei beziehen sich ihre Angaben auf das Fehlen der Anlage von P1 zum Untersuchungszeitpunkt. D.h., sie stellten ein Fehlen von P1 fest, wenn sowohl kein P1 sichtbar war als auch im Kiefer kein P1 lag. So ermittelte THAVALINGHAM (1983) ein Fehlen von P1 im Unterkiefer bei 24,1 Prozent der Deutschen Landrasse und bei 5,7 Prozent der Pietrain- Tiere. Diese Daten decken sich mit den von NGARWATE (1984) aufgezeichneten über das Fehlen von P1 bei 24 Prozent der untersuchten Tiere der Deutschen Landrasse und acht Prozent der Pietrains. NGARWATE (1984) und MURARI (1984) erfaßten nach der gleichen Methode Tiere der Belgischen Landrasse und einer Kreuzung zwischen Deutschem Edelschwein und Deutscher Landrasse. Die Autoren fanden bei 56 Prozent der Belgischen Landrasse und bei 31 Prozent der Kreu-zungstiere keinen P1. STUBBE (1993a) stellte ein Fehlen des unteren ersten Prämol-a-ren beidseitig bei 28 Prozent der von ihm untersuchten Wildschweinschädel verschie- denen Alters fest, wobei dieser Zahn bei den männlichen Tieren häufiger fehlte. BODE-GOM (1969), der röntgenologische Studien am Göttinger Miniaturschwein durchführte, beobachtete ein Fehlen des unteren P1 bei 90 Prozent der untersuchten Tiere. Auch BIENIECK und BIENIECK (1993) geben an, daß beim Göttinger Zwergschwein der erste Prämol ar im Ober- und Unterkiefer gewöhnlich fehlt.

Bei der Wertung der Angaben zum Fehlen des ersten Prämolaren ist zu beachten, daß es in der Literatur viele unterschiedliche Aussagen zu diesem Zahn gibt. So wird

nach wie vor seine Zugehörigkeit zum Milch- oder Dauergebiß diskutiert, wobei Autoren wie SIERP-KARASCH (1982) und STUBBE et al. (1986) auch von einem Vorkommen des ersten Prämolaren im Milch- und Dauergebiß sprechen. Außerdem hat der erste untere Prämolare keinen Antagonisten und seine Durchbruchzeit variiert sehr stark. D.h., daß der Zeitpunkt seines Vorhandenseins in der Mundhöhle nicht genau geklärt ist und dementsprechend sein Fehlen nicht zu jedem Zeitpunkt anormal sein muß.

Der erste Prämolare im Unterkiefer wird von den bei MEYER (1975) zitierten WETZEL und RIECK (1962) als atavistisch polyodont bezeichnet. Diese Autoren gehen davon aus, daß P1 als überzähliger Zahn an einer Reduktionsstelle des Gebisses auftritt. Dagegen zitiert BECKER (1970) HABERMEHL (1961) mit der Aussage, daß P1 kein überzähliger Zahn ist.

Nach MEYER (1975) sind von einer Oligodontie meist funktionell weniger bedeutende Zähne am Ende der Zahnreihen betroffen. Außerdem gibt er an, daß domestizierte Tiere eher zu Zahnunterzahl neigen als ihre Wildverwandten.

2.6 Vererbung von Gebißparametern

Populationsgenetisch fundierte Untersuchungen am Schweinegebiß so wie z.B. von THAVALINGHAM (1983), NGARWATE (1984) und STUBBE et al. (1986) sind in der Literatur selten zu finden. Im allgemeinen werden von den Autoren pauschale Angaben gemacht, ohne genetische Beweise zu erbringen.

NICKEL et al. (1987) erwähnen, daß sich züchterische Maßnahmen, insbesondere die Heranzüchtung mittelfrüher und frühreifer Rassen, durch tiefgreifende Veränderungen des Schädels auch auf die Zahnentwicklung, den Durchbruch, den Wechsel und die Form und Stellung der Zähne ausgewirkt haben.

Der Zahn wird vom Genotyp und den während seiner Entwicklung wirkenden Faktoren (exogen, endogen, biotisch und abiotisch) beeinflusst. Dabei werden Zahngröße und -form, Art des Zahndurchbruchs und Zahnentwicklung weitgehend erblich fixiert (HALTENORTH, 1973; MEYER, 1975). Dagegen sollen die Form des Zahnbogens und die Okklusion nach MEYER (1975) mehr umweltabhängig sein, aber HALTENORTH (1973) schreibt auch dem Größenverhältnis von Ober- und Unterkiefer eine genetische Bedeutung zu. Nach MILES und GRIGSON (1990) wird die Position der Zähne im Kiefer mehr durch Umwelteinflüsse beeinflusst, als Zahngröße und -form, weil die Zahnposition

hauptsächlich von der Knochenentwicklung und dem Knochenwachstum abhängt. Zum Einfluß auf die Zahngröße stellen einige Autoren, u.a. RIPKE (1964) eine allgemeine größere Dimensionierung der Zähne männlicher Tiere fest. Die Ursachen dafür werden von einigen Autoren in der X-chromosomal- von anderen in der Y-chromosomal-beeinflußten Zahnentwicklung gesehen. WENHAM und FOWLER (1973) beobachteten, daß sich das Gebiß von Börgen dem Status weiblicher Schweine nähert. Die Ursache von Zahnunterzahl, die bei den verschiedenen Tierarten an unterschiedlichen Zähnen auftreten kann, sieht WENZEL (1982) entweder in einem genetisch bedingten Mangel an Zahnanlagen in der Zahn- und Schmelzleiste oder als Folge einer Retention oder Involution des Zahnkeimes bzw. seiner Bauelemente während der Embryonalentwicklung. Bei den verschiedenen Nahrungstypen sind unterschiedliche Zähne von untergeordneter Bedeutung und deshalb vom Gebißreduktionsprozeß betroffen. Zähne mit untergeordneter Bedeutung im Kauprozeß unterliegen nach MEYER (1975) einer größeren Variabilität.

STUBBE et al. (1986), die umfangreiche Untersuchungen an Wildschweinpopulationen durchführten, fanden einen signifikanten Unterschied im Fehlen von 13 zwischen zwei verschiedenen Wildschweinpopulationen. Dabei schließen sie auf eine genetische Manifestation. Außerdem war die Reduktion bei den weiblichen Tieren signifikant höher als bei den männlichen.

Das Fehlen des ersten Prämolaren, das in den meisten Untersuchungen an Schweinegebissen besprochen wird, wurde auch aus genetischer Sicht betrachtet. So halten TONGE und McCANCE (1973) das Fehlen von P1 für ein genetisches Geschehen. Diese Aussage machte auch STUBBE (1993a) nach Untersuchungen an verschiedenen Wildschweinpopulationen, die deutliche Unterschiede beim Fehlen dieses Zahnes zeigten. THAVALINGHAM (1983) schrieb dagegen den nichtgenetischen Auslösern einen größeren Einfluß zu. Bei seinen Studien konnte er zwar hochgesicherte Unterschiede zwischen verschiedenen Schweinerassen für das Fehlen von P1 feststellen, aber die Seitenkonkordanz mit 61,5 Prozent sowie der Übereinstimmungsgrad von 18,8 Prozent bei Vollschwestern war relativ niedrig. Der Erblichkeitsgrad für das Fehlen von P1 wird von MURARI (1984) mit $h^2 = 0,41 \pm 0,13$ angegeben. Dabei wurden keine Unterschiede in morphometrischen Mandibularkriterien gefunden, die mit dem Fehlen oder Vorhandensein des P1 einhergehen. Nach WEGNER (1987) weist die von MURARI (1984) festgestellte mittelgradige Heritabilität von 41 Prozent auf polygene Effekte hin. Das bedeutet nach WEGNER (1987) einerseits, daß einigen Hypothesen durch Selektion entgegengewirkt werden kann. Andererseits läßt sich nach

HORAK (zit. in: WEGNER, 1987) bei Inzuchtpaarungen die Häufigkeit von Hypodontien steigern. DITTRICH (1985) vertritt die Ansicht, daß der untere erste Prämolare besondere Aufmerksamkeit in genetischer Hinsicht verdient, weil sich an diesem Zahn Evolutionsprozesse abzeichnen scheinen.

In der Nutztierzucht müssen Zahn- und Gebißanomalien nach ihrem Einfluß auf die Leistungsfähigkeit unterschiedlich gewichtet werden. So wurde von THAVALINGHAM (1983) und NGARWATE (1984) eine kaum signifikante Korrelation zwischen dem Fehlen von P1 und der Futteraufnahme bzw. der täglichen Zunahme bei Mastschweinen festgestellt.

Die von NGARWATE (1984) durchgeführten Heritabilitätsschätzungen für verschiedene Zahnmerkmale (Kronenlänge, Wurzellänge, Zahngewicht, mesio-distaler Kronendurchmesser) an Schweinen der Deutschen Landrasse ergaben mittel- bis hochgradige Heritabilitäten wie z.B. für die Kronenlänge bei P2 OK mit $h^2 = 0,43$ und für M1 UK mit $h^2 = 0,86$. Die Zähne des Unterkiefers wiesen im allgemeinen höhere Heritabilitäten als ihre Antagonisten im Oberkiefer auf. DITTRICH (1985) stellte einen gesicherten heritablen Mineralisierungsgrad von P1 und M1 fest, der aber kaum Aussagen über Dentition, Schädel skelett und nur mit Einschränkungen über Leistungseigenschaften zuläßt.

Analoge genetische Kopplungen zwischen Hypodontien und Hypotrichien oder Anonychien beim Rind bestehen nach dem bei WEGNER (1987) zitierten RIECK (1985). Da die Zähne der Säugetiere aus einer epithelialen, sich einsenkenden Zahnleiste entstehen, gibt es Defektsyndrome, die ontogenetisch früh angreifen und somit Haar-, Haut- und Zahnausbildung beeinflussen.

Zahnstellungsanomalien in Form von Zahnrotationen fand MEYER (1975) bei Rehen. Die meist durch mangelhafte Stellungskorrekturen der hochwachsenden Zähne oder durch Platzmangel aufgrund einer Kompression des Zahnbogens hervorgerufenen Anomalien, deuten bei beidseitigem Auftreten seiner Meinung nach auf einen genetischen Einfluß hin.

SCHOOOP (1953) beschreibt die Vererbung eines Diastemas zwischen den I1, eines Engstandes der Schneidezähne im Unterkiefer und einer Brachygnathia inferior beim Pferd und kommt dabei zu dem Schluß, daß sich Zahnanomalien beim Pferd nach den selben Kriterien vererben wie beim Menschen und anderen Tierarten.

Unterschiede zwischen verschiedenen Rassen im Zeitpunkt des Zahndurchbruchs unterliegen nach Ansicht von WEGNER (1987) genetischen Steuerungen. Er berichtet über Korrelationen zwischen mittlerer Lebensdauer einer Rasse und dem Durchbruch

der permanenten Zähne beim Hund. So brechen bei großen Rassen mit kurzer Lebensdauer die bleibenden Zähne eher durch, als bei kleineren Rassen, die im allgemeinen ein höheres Lebensalter erreichen. Ähnliche Zusammenhänge beschreiben CARLES und LAMPKIN (zit. in: NGARWATE, 1984) bei Rindern: Tiere mit früherem Zahndurchbruch besitzen im Mittel ein höheres Körpergewicht.

3 Material und Methoden

3.1 Material

Das untersuchte Material wurde aus dem Bestand des Berliner Miniaturschweines der Humboldt-Universität zu Berlin entnommen. Das Berliner Miniaturschwein basiert auf Zuchttieren des MINI-LEWE, aus deren Bestand 1986 eine Teilpopulation aus Wenzfeld übernommen wurde. Das MINI-LEWE wurde an der ehemaligen Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin der Humboldt-Universität gezüchtet. Ausgangsrassen waren das Vietnamesische Hängebauchschwein, das Sattelschwein und das Deutsche veredelte Landschwein. „Ziel war die Kombination der Kleinwüchsigkeit des Hängebauchschweines mit dem fettarmen Typ und der weißen Borstenfarbe des Landschweines sowie der hohen Fruchtbarkeit vom Sattelschwein“ (GREGOR u. LEUCHT, 1976). Das MINI-LEWE ist durch eine weiße Haut- und Borstenfarbe und kleine Strohohren charakterisiert. Nach dem Göttinger Miniaturschwein ist es das zweitkleinste der Miniaturschweinerassen und zeichnet sich durch eine sehr gute Fruchtbarkeit und Aufzuchtleistung aus (LEUCHT et al., 1982).

Der Bestand des Berliner Miniaturschweines stellte eine kleine, in sich geschlossene Population dar. Zur Vermeidung eines zu starken Ansteigens des mittleren Inzuchtkoeffizienten wurden fünf Familien (Zuchtgruppen) in Rotation verpaart. Dazu brachte man die jeweils zu einer Zuchtgruppe gehörenden Sauen, mit einem Eber einer anderen Zuchtgruppe zur Anpaarung (SEIFERT et al., 1992a). Zur Typverbesserung wurde einmalig ein kleinwüchsiger Eber der Belgischen Landrasse eingekreuzt. Danach erfolgte die Rückkreuzung von F1- Ebern an Sauen des Berliner Miniaturschweines, um Charakter und Typ zu sichern (SEIFERT et al., 1992b). Tiere aus diesen Anpaarungen werden in der Arbeit als R1 bezeichnet. In der zweiten Rückkreuzungsgeneration kamen Sauen der ersten Rückkreuzungsgeneration mit Ebern des Berliner Miniaturschweines zur Anpaarung. Tiere dieser Gruppe tragen die Bezeichnung R2. Der angestrebte Typ des Berliner Miniaturschweines sollte trocken mit geringem Körpergewicht, ohne Senkrücken, Hängebauch und übermäßigen Fettsatz sein (SEIFERT et al., 1992b). Außerdem wurden ein gutartiges Wesen und ruhiges Temperament, sowie eine weiße Haut- und Borstenfarbe und größere Ohren gefordert. Untersuchungen von ZOBEL (1992) an der Population des Berliner Miniaturschweines ergaben gute Reproduktionsleistungen, aber eine zu starke Gewichtsentwicklung bei geringem Geburtsgewicht. Die Gewichtsentwicklung der F1-Tiere erwies sich gegen-

über den Miniaturschweinen als höher. Es zeigte sich aber eine Abnahme des Gewichts der Tiere der ersten Rückkreuzungsgeneration gegenüber der F1. Für spezielle Untersuchungen von Inzuchteffekten kamen Vollgeschwister (Inzuchtgrad $F = 0,250$) und Halbgeschwister ($F = 0,125$) zur Anpaarung. Die Schweine wurden in einer Außenstelle der Humboldt-Universität in Dobbrükwitz aufgezogen. Die Haltung erfolgte in Buchten mit Betonboden. Als Einstreu kam Stroh zur Anwendung. Die Fütterung erfolgte zweimal täglich mit Ferkelaufzuchtfutter II. An Eber, gäste und niedertragende Sauen wurden bis zu zehn Prozent Strohpellets zugefüttert. Wasser stand ad libitum an Selbststränken zur Verfügung. Somit konnte für die Untersuchungen ein einheitliches Tiermaterial genutzt werden, das unter gleichen Umweltbedingungen aufwuchs.



Abb. 11: Berliner Miniaturschwein

Für die Untersuchung der Schädel wurde der Kopf vom Schlachtkörper abgetrennt. Danach erfolgte durch Heißmazeration die Entfernung der Gewebeteile von den Schädeln. Die teilweise Beschädigung der Knochen durch die unterschiedlichen Schlachtmethoden wirkte sich nicht negativ auf die Ergebnisse aus. Die Tiere sollten nach Möglichkeit in einem Alter von einem Tag, einem Monat, zwei, drei, vier, sechs, acht, zehn, 12 und 14 Lebensmonaten sowie älter als 20 Monate getötet werden, um Vergleichsmöglichkeiten mit Arbeiten aus der Literatur zu schaffen. Es

kamen insgesamt 150 Schädel zur Auswertung. Dabei konnten 141 Schädel den Altersgruppen ein Tag; ein; zwei; drei; vier; 6,5; 7,5; zehn; 14 und über 20 Monate zugeordnet werden (Tab. 2). Neun Schädel unterschiedlichen Alters, die diesen Altersgruppen nicht entsprachen, wurden ebenfalls in einige Untersuchungen einbezogen.

Tab. 2: Anzahl der weiblichen und männlichen Schädel in den Altersgruppen unterteilt in Reinzucht-, Inzucht- und Rückkreuzungstiere

Alter (Mon.)	Reinzucht		Rückkreuzung				Inzucht				Ges.
	w	m	R1		R2		F = 0,125		F = 0,250		
1 d	-	-	-	-	-	-	8		-	-	8
1	5	1	-	-	-	-	2	2	-	-	10
2	10		-	-	-	-	-	-	-	-	10
3	4	3	-	-	-	2	-	3	-	-	12
4	6	7	-	-	-	-	2	5	2	3	25
6,5	7	6	3	4	-	-	-	-	-	-	20
7,5	3	4	2	1	2	5	-	-	1	-	18
10	5	6	-	-	5	-	-	-	-	-	16
14	1	5	3	-	-	-	-	-	-	-	9
20	9	4	-	-	-	-	-	-	-	-	13
Ges.	86		13		14		22		6		141

Daneben wurden auch Tiere der ersten (R1 = 16 Schädel) und der zweiten Rückkreuzungsgeneration (R2 = 14 Schädel) an das Berliner Miniaturschwein nach der Einkreuzung eines Ebers der Belgischen Landrasse in den Untersuchungen verwendet. Außerdem standen Schädel von Tieren mit einem Inzuchtgrad von F = 0,125 (22 Schädel) und F = 0,250 (6 Schädel) zur Verfügung.

Die Schädel der Reinzuchttiere konnten den fünf Sauenfamilien anteilmäßig folgendermaßen zugeordnet werden: Zuchtgruppe I: 18 Schädel, II: 23 Schädel, III: 13 Schädel, IV: 9 Schädel, V: 21 Schädel.

Des weiteren erfolgte eine Zuordnung der Nachkommen zu ihren Vätern, wobei aber Eber mit weniger als zehn Nachkommen nicht einbezogen wurden. So konnten 123

Schädel sieben Ebern zugeordnet werden, von denen von drei Ebern (A1, A31, A141) die Schädel zur Verfügung standen. Die Nachkommen verteilten sich wie folgt auf die sieben Eber:

Nr. 88	(A1):	21,
254	(A31):	21,
441	(A141):	14,
234:		10,
375:		19,
395:		27,
376:		11 Schädel.

Bei der Auswahl der Tiere wurde ein Geschlechtsverhältnis von 1:1 innerhalb der Altersgruppen angestrebt, das aber nicht immer realisiert werden konnte. In Tabelle zwei ist die Anzahl der Schädel verschiedenen Alters getrennt nach Geschlecht der Reinzuchtvariante des Berliner Miniaturschweines, der Rückkreuzungs- und Inzuchttiere dargestellt. Alle Schädel wurden durch eine Nummer gekennzeichnet und sind in einer Kartei erfaßt, in der das Alter der Tiere, die Elterntiere, sowie die Zuchtgruppe bzw. die Kreuzungsgeneration oder Inzuchtgrad enthalten sind. Den Nummern wurde jeweils ein A hinzugefügt um Verwechslungen mit den Ohrnummern zu vermeiden.

3.2 Methoden

3.2.1 Methoden zur Feststellung der Zahndurchbruchzeiten

Im Literaturteil wurde deutlich, daß die Definition des „Zahndurchbruchs“ sehr unterschiedlich ist und für eine Nutzung der Angaben in der zahnmedizinischen Forschung eine präzise Definition des Begriffes „Zahndurchbruch“ und der dazu gewonnenen Daten erforderlich ist.

Für die Identifikation der Zähne wurden folgende Bezeichnungen gewählt:

- Die Schneidezähne (Dentes incisivi) werden mit dem Großbuchstaben -I- bezeichnet, wobei bei den Milchschnidezähnen der kleine Buchstabe -d- angefügt wird. Sie werden von der Mittellinie beiderseits nach distal gezählt.
- Der Eckzahn (Dens caninus) erhält die Bezeichnung -C-, beim Milcheckzahn wird ebenfalls das kleine -d- angefügt.
- Die Prämolaren (Dentes praemolares) werden mit dem großen Buchstaben -P- bezeichnet und bei den Milchprämolaren wird -d- dazugeschrieben. Die Numerie-

nung erfolgt von mesial nach distal. Der erste Prämolare wird mit P1 bezeichnet, so mit kommen als Milchprämolare Pd2, Pd3 und Pd4 vor.

- Die Molaren (Dentes molares) erhalten die Bezeichnung -M-. Die Numerierung erfolgt ebenfalls von mesial nach distal.

Als „Zahndurchbruch“ wird der Zeitraum bis zum Erreichen der Okklusionsebene und damit dem Erreichen der Funktionsfähigkeit des Zahnes erfaßt.

Durch die Untersuchung des Zahndurchbruchs am Schädel bestand die Möglichkeit den beginnenden Durchbruch zu einem Zeitpunkt festzustellen, in dem die Zahnkrone in der Alveole sichtbar ist. Nach den Angaben von BODEGOM (1969) findet zu diesem Zeitpunkt die Bildung der Krone statt. Für die Darstellung des gesamten Zeitraumes vom Erreichen der Okklusionsebene bis zum Durchbruch der Krone und dem Erreichen der Okklusion wurde der Durchbruch in folgende drei Phasen eingeteilt: Die erste Phase stellt den Beginn des Durchbruchs dar und wird mit -B- bezeichnet. Diese Phase gibt den Zeitraum vom Sichtbarwerden der Krone in der Alveole bis zum vollständigen Herausreten der okklusalen Fläche der Krone aus der Alveole an. Während der zweiten, mit -H- bezeichneten Phase, befindet sich der Zahn zwischen dem Ende der ersten Phase und dem Erreichen der Okklusion. Mit dem Erreichen der Okklusionsebene, der mit -O- bezeichneten dritten Phase, wird bei den Zähnen im Seitenzahnggebiet die Bifurkation sichtbar. Bei den Eck- bzw. Schneidezähnen ist der Übergang von der zweiten zur dritten Phase schwieriger zu erkennen. Da es sich um haplodonte Zähne handelt wird keine Bifurkation sichtbar. Die gleichnamigen Zähne des Ober- und Unterkiefers berühren sich nicht in jedem Fall, so daß andere Merkmale herangezogen werden müssen. Der bleibende Eckzahn wächst über die Okklusionsebene hinaus. Deshalb wird der Zeitpunkt des Erreichens der letzten Durchbruchphase mit dem Übertreten der Okklusionsebene festgelegt. Bei den Schneidezähnen wird das vollständige Herauswachsen der Krone durch die Schmelz-Zement-Grenze sichtbar (SCHUMACHER, 1983; DYCE et al., 1991). Krone und Wurzel des Zahnes sind nach DYCE et al. (1991) gut unterscheidbar, da die Zahnkrone vom Schmelz überzogen ist und die Wurzel vom Zement.

Das Fehlen oder Vorhandensein eines Zahnes wird in dieser Arbeit nur anhand seiner Sichtbarkeit festgestellt. Angelegte, aber nicht durchgebrochene Zähne werden als nicht vorhanden erfaßt. Ebenso gehen Zähne, die eventuell frühzeitig ausgefallen sind und deren Alveole nicht mehr sichtbar ist, als nicht vorhanden in die Befunde ein.

Zuerst wird das Durchbruchstadium jedes Zahnes aller Schädel innerhalb jeder Altersgruppe bestimmt. Damit können Aussagen über den Zeitraum bis zum vollständi-

gen Heraustreten des Zahnes und zum Fehlen von Zähnen getroffen werden. Daraus ergeben sich dann die Zeitangaben für den Zahndurchbruch und -wechsel für die untersuchte Population des Berliner Miniaturschweines.

3.2.2 Methoden zur Bestimmung der Okklusionsbeziehungen

Um die Okklusionsbeziehungen beim Schwein systematisch darzustellen, vor allem im Hinblick auf die Verwendung als Modelltier für die zahnmedizinische Forschung, werden die Methoden der kieferorthopädischen Diagnostik des Menschen angewendet. Diese erfolgt an den Gipsmodellen der oberen und unteren Zahnreihe, die im Zusammenbiß fixiert und durch das sog. Sockeln der Modelle in den drei Ebenen des Raumes ausgerichtet sind. An diesen Sockelmodellen werden nach REICHENBACH und BRÜCKL (1971) drei Ebenen unterschieden mit deren Hilfe transversale, vertikale und sagittale Abweichungen der Zähne im Gebiß festgestellt werden. DINC und TRIDAN (1989) erwähnen die Anwendung der drei Ebenen bei der Befunderhebung in der Tierzahnheilkunde. Diese drei Ebenen, dargestellt in Abbildung 12 sind:

1. die Raphe-Median-Ebene, die den Oberkiefer im Verlauf der Raphe palatina in zwei Hälften teilt und auf das Unterkiefermodell nicht ohne weiteres übertragbar ist. Die „unterkieferreine“ Mittellinie wird rostral vom Ansatz des Zungenbändchens gebildet und kaudal wird die Mitte zwischen den Molaren als Bezugspunkt gewählt. Dieser kaudale Bezugspunkt ist sehr ungenau, da die Möglichkeit einer transversalen asymmetrischen Stellung der Molaren gegeben ist. Die Raphe-Median-Ebene dient zur Beurteilung transversaler Abweichungen und ist beim Menschen besonders im Oberkiefer, ein wichtiges diagnostisches Hilfsmittel.
2. Als zweite Ebene, von der aus vertikale Abweichungen von Zähnen oder Zahngruppen festgestellt werden, dient die Kauebene. Sie steht auf der vorgenannten Ebene senkrecht und wird durch die Höcker der Prämolaren und Molaren gebildet. Diese vertikale Dimension des Gebisses ist nie eine Ebene, da das menschliche Gebiß eine Kaukurve, die sog. SPEE'sche Kurve, aufweist. Auch sie gibt nur einen Anhaltspunkt für die Feststellung vertikaler Abweichungen.
3. Zur Beurteilung der Stellung von Zähnen oder Zahngruppen in der Sagittalen wird die Tuberebene benutzt. Sie steht auf den bereits definierten Ebenen senkrecht und verläuft hinter dem am stärksten entwickelten Tuber maxillare.

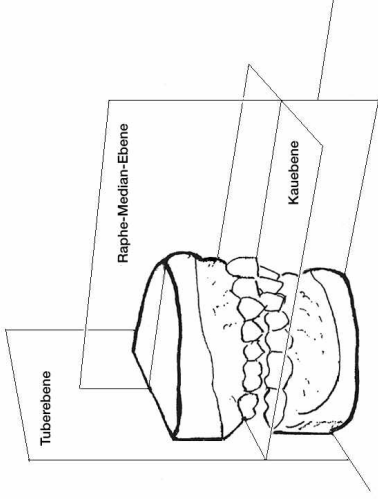


Abb. 12: Gebißebenen

Diese dreidimensionale Betrachtungsweise des Menschengebisses wurde auf das Schweinegebiß übertragen.

Zur Beurteilung transversaler Abweichungen kann auch beim Schwein eine Mittellinie bestimmt werden, wofür im Oberkiefer die Sutura palatina mediana verwendet wird, die die Mitte zwischen der rechten und linken Zahnreihe bildet. Im Unterkiefer müßte eine „unterkiefereigene“ Mittellinie konstruiert werden, die die Seitenzahnreihe halbiert.

In dieser Arbeit wurde die Okklusion der Zähne in der Transversalen im Seitenzahngeliet im Zusammenbiß untersucht. Die verschiedenen Okklusionsformen beim Menschen sind in Abbildung 13 dargestellt. Entgegen der normalen Verzahnung ist beim Kreuzbiß bukkal ein Teil der okklusalen Fläche des unteren Zahnes zu erkennen. Bei Vorliegen einer Lingualokklusion beißen die oberen Seitenzähne lingual, bei einer Bukkalokklusion dementsprechend bukkal an den unteren Seitenzähnen vorbei. Als Extremfälle dieser beiden Abweichungen sind nach SCHNEIDER (1992) die linguale bzw. bukkale Nonokklusion bekannt, bei denen obere und untere Backenzähne in ihrer Lage zueinander nicht in Kontakt kommen. Beißen die Höcker der Seitenzähne aufeinander, so wird dies als Kopfbiß bezeichnet. Um die beim Menschen verwendeten Begriffe auf das Schweinegebiß zu übertragen, müssen einige Besonderheiten des Schweinegebisses beachtet werden. So weisen beim Schwein nicht alle Backenzähne eine Mahlfäche auf. Von den Milchprämolaren sind der obere und untere Pd2 sowie Pd3 im Unterkiefer und im bleibenden Gebiß P1, P2, P3 des Oberkiefers und P2, P3, P4 im Unterkiefer mit einem schneidenden Kaurand ausgestattet. Der untere

P1 ist ebenfalls ein sekondärer Zahn, der aber keinen Kontakt mit einem Antagonisten hat. Laut Aussagen in der Literatur gleiten die sekundären Prämolaren scherenartig aneinander vorbei und die bunodonten Seitenzähne treffen mit ihrer ganzen Mahlfäche aufeinander. So werden die sekundären bzw. bunodonten Seitenzähne separat auf die beim Menschen vorkommenden Okklusionsformen in der Transversalen untersucht.

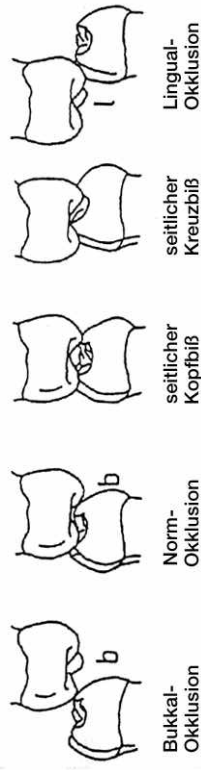


Abb. 13: Okklusionsformen in der Transversalen beim Menschen (SCHNEIDER, 1991)

Zur Bestimmung der vertikalen Abweichungen wird die gedachte Kauebene betrachtet. Somit werden die Zähne bzw. Zahngruppen erfasst, die die Kauebene nicht erreichen bzw. überragen. Da die Kauebene auch beim Schwein keine gerade Linie darstellt, gibt diese Betrachtungsweise nur ungefähre Anhaltspunkte.

Die Stellung der Zähne des Ober- und Unterkiefers zueinander in der Sagittalebene soll im Front-, Eck- und Seitenzahngebiet bestimmt werden. Dabei kommt die beim Menschen geltende Definition in Neutral-, Mesial- und Distalokklusion zur Anwendung. An Stelle der Bezeichnung Okklusion wird häufig der Begriff Biß verwendet. Man spricht also von Neutral-, Mesial- und Distalbiß.

Im Frontzahnbereich stehen beim Menschen in Normalposition die oberen Schneidezähne in der Sagittalen vor den unteren Schneidezähnen im Schlußbiß in der Weise, daß die Schneidekanten der unteren Frontzähne die Lingualflächen der oberen Schneidezähne berühren. Progene Verzahnung oder umgekehrter Frontzahnüberbiß wird die Stellung der Schneidezähne zueinander genannt, bei der die unteren Frontzähne in der Sagittalen vor den oberen stehen. Bei gleichzeitigem Vorstand des Alveolarfortsatzes des Unterkiefers vor dem des Oberkiefers spricht man von einer Progenie. Beißen die Schneidekanten der Frontzähne beider Kiefer aufeinander, so wird dies als Kopfbiß bezeichnet.

Bei der Beurteilung der sagittalen Beziehungen der Frontzähne werden die Kriterien der Diagnostik beim Menschen verwendet. Die Schweinegebisse werden auf das Vor-

handensein von Normalbiß, Kopfbiß, progener Verzahnung und Progenie (Abb. 14) untersucht.

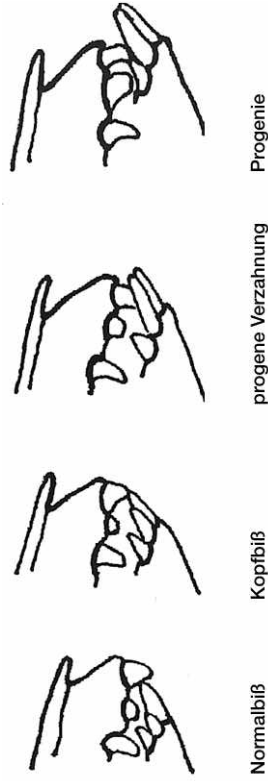


Abb. 14: Sagittale Frontzahnokklusion beim Schwein

Das Normalgebiß des Menschen weist keine Diastemen auf, so daß im Eckzahnbereich Neutralokklusion besteht, wenn der obere Eckzahn zwischen dem unteren Eckzahn und dem ersten Prämolaren einbißt. Entsprechend kann es mesiale oder distale Positionen im Schlußbiß der Zähne dieser Region geben. Mesial- und Distalokklusionen werden im Molaren- und Eckzahngebiet in ihrer Ausdehnung durch die Angabe von Zahnbreiten näher definiert.

Im Eckzahnbereich sind die Zähne beim Schwein natürlicherweise mit Lücken angeordnet. Nach NICKEL et al. (1987) steht der dritte Schneidezahn des Oberkiefers über dem Diastema von I3 und C des Unterkiefers. In dieser Arbeit soll der untere Eckzahn als Bezugspunkt für die Bestimmung der sagittalen Abweichungen im Eckzahngebiet, die dann wieder als Mesial- bzw. Distalokklusion bezeichnet werden, dienen. Wie auch auf Abbildungen (HABERMEHL, 1975) ersichtlich, ragt demnach der untere Eckzahn in das Diastema zwischen I3 und C des Oberkiefers. Da der untere Eckzahn nicht senkrecht in seiner Alveole steht, wird die mesiale oder distale Kante beim Austritt aus der Alveole als Bezugspunkt definiert (Abb. 15). Mesialbiß im Eckzahnbereich liegt vor, wenn der untere Eckzahn mit seiner mesialen Kante mesial der distalen Kante des dritten oberen Schneidezahnes steht. Eine Mesialokklusion mit einer Verschiebung um $\frac{1}{2}$ Zahnbreite liegt vor, solange eine Hilfslinie, die senkrecht zur Kauebene an die mesiale Kante des oberen dritten Schneidezahnes konstruiert, vom Bezugspunkt des unteren Eckzahnes nicht überschritten wird. Ist dies jedoch der Fall, tritt eine Mesialokklusion mit einer Verschiebung um $\frac{1}{4}$ Zahnbreite auf. Eine Okklusion in distaler Richtung wird festgestellt, wenn der distale Bezugspunkt, gebildet durch die distale Kante des unteren Eckzahnes beim Austritt aus der Alveole, distaler als die mesiale

Kante des oberen Eckzahnes zu sehen ist. Eine Distalposition des unteren Eckzahnes um mehr als eine halbe Zahnbreite wird in dem Fall angenommen, wo der distale Bezugspunkt distal des distalen Austrittspunktes des oberen Eckzahnes liegt.

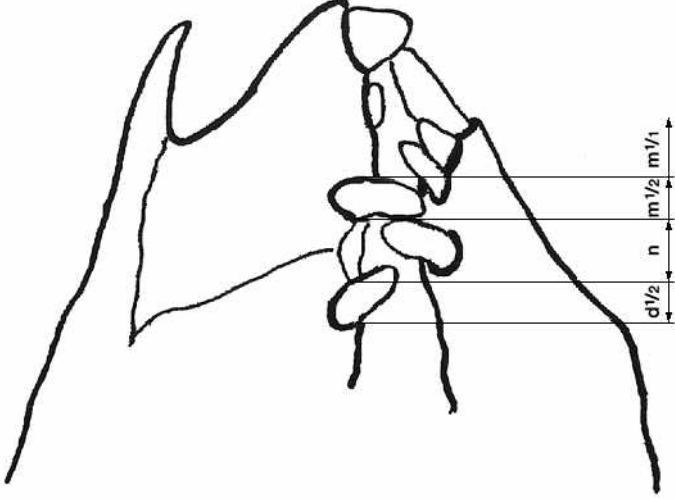


Abb. 15: Sagittale Okklusionsbeziehung der Eckzähne beim Schwein

Neutralokklusion im Seitenzahngebiet liegt dann vor, wenn der mesiobukale Höcker des ersten Molaren des Oberkiefers im Schlußbiß zwischen den beiden bukkalen Höckern des ersten unteren Molaren liegt (Abb. 16). Mesialokklusion bedeutet eine Schlußbißsituation, bei der der erste untere Molar den ersten oberen Molaren in einer mesialeren Position im Sinne eines Vorbisses (Abb. 16) berührt, und die Distalokklusion wird durch eine distale Stellung der Molaren zueinander gekennzeichnet (Abb. 16). Im Seitenzahngebiet des Schweinegebisses ist die Okklusion als neutral oder normal zu bezeichnen, wenn die Molaren wie beim Menschengebiß zusammenbeißen. Dieser „Schlüssel“ der Okklusion ist bei Mensch und Schwein gleich.

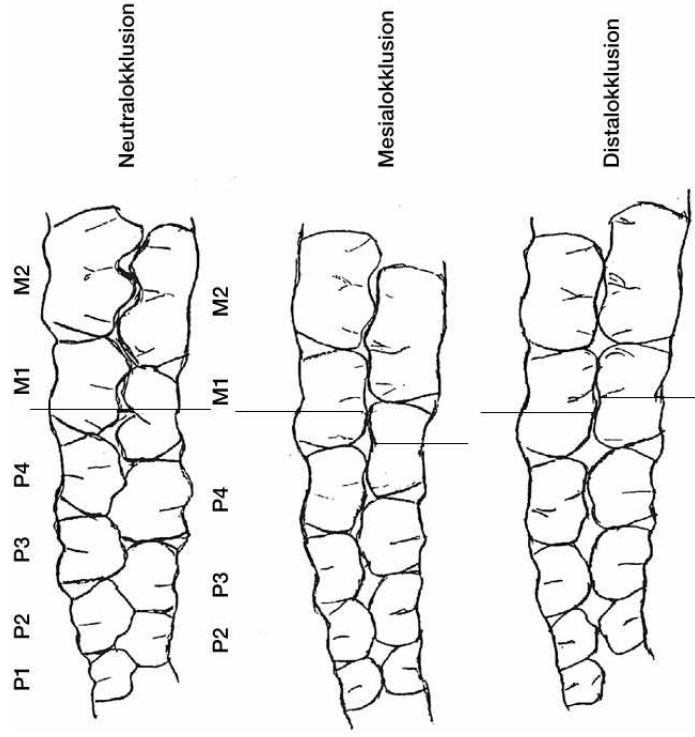


Abb. 16: Sagittale Okklusionsbeziehungen im Seitenzahnggebiet beim Schwein

Um Gebisse beurteilen zu können, bei denen die ersten Molaren noch nicht durchgebrochen sind, wurde die Okklusion der dritten und vierten Milchprämolaren untersucht. Neutralokklusion besteht im Seitenzahnggebiet des Milchgebisses, wenn der vierte Milchprämolare im Unterkiefer mit seinem mesialsten Höcker zwischen die Höcker des oberen dritten Milchprämolaren beißt.

3.2.3 Methoden zur statistischen Auswertung

Die erfaßten Daten sind ausschließlich diskrete Werte. Zur besseren Anschaulichkeit erfolgte außerdem größtenteils eine Berechnung der relativen Häufigkeit in Prozent. Für die statistische Auswertung wurde der Chi-Quadrat-Test herangezogen. Die Berechnung erfolgte mit Hilfe von SPSS 6.0 für Windows. Der Chi-Quadrat-Test wurde nach Pearson bzw. bei kleinen Werten nach Fisher's Exact Test durchgeführt.

Die Berechnung des Chi-Quadrat-Wertes nach Pearson erfolgte mit folgender Formel (BÜHL u. ZÖFEL, 1994):

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

Fisher's Exact Test errechnete sich nach der Formel:

$$FI(x) = -2 \log(\gamma P(x))$$

mit

$$\gamma = \frac{(r-1)(c-1)/2_N - (rc-1)/2}{(r-1)(c-1)/2} \prod_{i=1}^r (m_i)^{(c-1)/2} \prod_{j=1}^c (n_j)^{(r-1)/2}$$

Um die beobachteten Okklusionsformen für die Berechnung zugänglich zu machen, wurden die Altersgruppen nach odontologischen und die Okklusionsformen nach kieferorthopädischen Gesichtspunkten zusammengefaßt.

4 Ergebnisse

4.1 Dentition

4.1.1 Dentition innerhalb der Altersgruppen

- Altersgruppe: ein Tag (8 Schädel)

Bei den einen Tag alten Tieren (Tab. 3) befinden sich der dritte Milchschnidezahn und der Milcheckzahn beider Kiefer in Okklusion. Der erste Milchschnidezahn beginnt im Oberkiefer durchzuberechnen und hat im Unterkiefer bis auf eine Ausnahme das zweite Durchbruchstadium erreicht. Der zweite Milchprämolare beginnt im Oberkiefer bei allen und im Unterkiefer bei 75 Prozent der Schädel durchzuberechnen. In der ersten Durchbruchphase befinden sich der dritte und vierte Milchprämolare im Ober- und Unterkiefer bei allen Schädeln.

Tab. 3: Anzahl der Schädel mit den jeweiligen Zähnen in den einzelnen Durchbruchstadien einen Tag alter Tiere

	Oberkiefer			Unterkiefer		
	B	H	O	B	H	O
Id1	8	-	-	1	7	-
Id3	-	-	8	-	-	8
Cd	-	-	8	-	-	8
Pd2	8	-	-	6	-	-
Pd3	8	-	-	8	-	-
Pd4	8	-	-	8	-	-

- Altersgruppe: ein Monat (10 Schädel)

In dieser Altersgruppe (Tab. 4) ist der erste Milchschnidezahn im Durchbruch oder hat die Okklusionsebene bereits erreicht. Dabei zeigen sich Unterschiede zwischen Ober- und Unterkiefer in der Anzahl der Fälle in den jeweiligen Stadien. Der zweite Milchschnidezahn beginnt durchzuberechnen, was aber im Unterkiefer nur bei 70 Prozent der Schädel der Fall ist. Bei allen Schädeln dagegen befinden sich der dritte Milchschnidezahn und der Milcheckzahn im Ober- und Unterkiefer in Okklusion. Im Oberkiefer ist bei 60 Prozent der Schädel bereits der Beginn des Durchbruchs des ersten Prämolaren zu erkennen. Der zweite Milchprämolare beginnt bei allen Schädeln

sowohl im Ober- als auch im Unterkiefer durchzubrech en. Während im Oberkiefer der dritte Milchprä molar bei allen Schä deln die Okklusionsebene erreicht hat, befindet er sich im Unterkiefer in der zweiten Durchbruchphase oder beginnt durchzubrech en. Der vierte Milchprä molar befindet sich dagegen im Oberkiefer in der ersten bzw. zweiten Durchbruchphase, währenddessen er sich im Unterkiefer im zweiten Durchbruchstadium befindet oder die Okklusionsebene bereits erreicht hat.

Tab. 4: Anzahl der Schä del mit den jeweiligen Zäh nen in den einzelnen Durchbruchstadien einen Monat alter Tiere¹

	Oberkiefer			Unterkiefer		
	B	H	O	B	H	O
Id1	-	7	3	-	4	6
Id2	10	-	-	7 (1)	-	-
Id3	-	-	10 (1)	-	-	10
Cd	-	-	10	-	-	10
P1	6 (1)	-	-	-	-	-
Pd2	10	-	-	10	-	-
Pd3	-	-	10	6	4	-
Pd4	7	3	-	-	8 (1)	3 (1)

⁽¹⁾ Zahl in Klammern gibt Anzahl der Schä del an, bei denen das jeweilige Durchbruchstadium des Zahnes einseitig auftritt

- Altersgruppe: zwei Monate (10 Schä del)

Der erste Milchschneidezahn hat in dieser Altersgruppe (Tab. 5) bei allen Schä deln im Ober- und Unterkiefer die Okklusionsebene erreicht. Der zweite Milchschneidezahn beginnt durchzubrech en und befindet sich im Unterkiefer bei 70 Prozent der untersuchten Schä del in der zweiten Phase des Durchbruchs. Der dritte Milchschneidezahn sowie der Milcheckzahn befinden sich bei allen Schä deln im Ober- und Unterkiefer in Okklusion. Der Beginn des Durchbruchs des ersten Prä molaren wurde im Oberkiefer bei allen Schä deln und in einem Fall im Unterkiefer festgestellt. Der zweite Milchprä molar befindet sich in der ersten bzw. im Oberkiefer zu 50 Prozent in der zweiten Durchbruchphase. Im Oberkiefer ist der dritte Milchprä molar bei allen Schä deln in Okklusion, was im Unterkiefer bei 90 Prozent der Schä del der Fall ist. Der vierte Milchprä molar dagegen hat bei allen Schä deln im Ober- und Unterkiefer die Okklusionsebene erreicht.

In dieser Altersgruppe ist im Unterkiefer der Beginn des Durchbruchs des ersten Molaren zu erkennen.

Tab. 5: Anzahl der Schädel mit den jeweiligen Zähnen in den einzelnen Durchbruchstadien zwei Monate alter Tiere¹

	Oberkiefer			Unterkiefer		
	B	H	O	B	H	O
Id1	-	-	10	-	-	10
Id2	10	-	-	4 (1)	7 (1)	-
Id3	-	-	10	-	-	10
Cd	-	-	10	-	-	10
P1	10	-	-	1 (1)	-	-
Pd2	5 (1)	5 (1)	-	10	-	-
Pd3	-	-	10	-	2 (1)	9 (1)
Pd4	-	-	10	-	-	10
M1	-	-	-	10	-	-

⁽¹⁾ Zahl in Klammern gibt Anzahl der Schädel an, bei denen das jeweilige Durchbruchstadium des Zahnes einseitig auftritt

- Altersgruppe: drei Monate (12 Schädel)

Der erste und dritte Milchschnidezahn sowie der Milcheckzahn befinden sich bei allen Schädeln dieser Altersgruppe (Tab. 6) im Ober- und Unterkiefer in Okklusion. Der zweite Milchschnidezahn befindet sich im Oberkiefer bis auf eine Ausnahme im zweiten Durchbruchstadium. Im Unterkiefer hat dieser Zahn dagegen zu 42 Prozent die Okklusionsebene bereits erreicht. Der erste Prämolare ist im Oberkiefer bei allen Schädeln im ersten Durchbruchstadium, während er im Unterkiefer nur zu 17 Prozent in dieser Durchbruchphase auftritt. Der zweite Milchprämolare hat im Oberkiefer bei allen Schädeln die Okklusionsebene erreicht. Im Unterkiefer beginnt bei 57 Prozent der Schädel der Durchbruch dieses Zahnes und befindet sich bei den anderen Schädeln in der zweiten Phase des Durchbruchs. Bei allen Schädeln konnte sowohl im Ober- als auch im Unterkiefer beim dritten und vierten Milchprämolaren das Erreichen der Okklusionsebene festgestellt werden. Im Unterkiefer sowie bis auf eine Ausnahme im Oberkiefer, beginnt der Durchbruch des ersten Molaren.

Tab. 6: Anzahl der Schädel mit den jeweiligen Zähnen in den einzelnen Durchbruchstadien drei Monate alter Tiere¹

	Oberkiefer			Unterkiefer		
	B	H	O	B	H	O
Id1	-	-	12	-	-	12
Id2	1	11	-	-	7	5
Id3	-	-	12	-	-	12
Cd	-	-	12	-	-	12
P1	12	-	-	2 (1)	-	-
Pd2	-	-	12	8 (2)	6 (2)	-
Pd3	-	-	12	-	-	12
Pd4	-	-	12	-	-	12
M1	11	-	-	12	-	-

⁽¹⁾ Zahl in Klammern gibt Anzahl der Schädel an, bei denen das jeweilige Durchbruchstadium des Zahnes einseitig auftritt

- Altersgruppe: vier Monate (25 Schädel)

Bei den Schädeln vier Monate alter Tiere (Tab. 7) sind der erste und der dritte Milchschneidezahn und der Milcheckzahn bei allen Schädeln im Ober- und Unterkiefer in Okklusion. Im Oberkiefer beginnt bereits der dritte Schneidezahn bei 16 Prozent und der bleibende Eckzahn bei 12 Prozent der untersuchten Schädel durchzuberechnen. Der zweite Milchschneidezahn hat zu 68 Prozent im Oberkiefer und bis auf eine Ausnahme im Unterkiefer die Okklusionsebene erreicht. In dieser Altersgruppe konnte in keinem Unterkiefer das Vorhandensein des ersten Prämolaren festgestellt werden. Im Oberkiefer befindet sich dieser Zahn zu Beginn des Durchbruchs und in einem Fall währenddessen. Bei zwei Schädeln wurde jeweils einseitig keine dieser Entwicklungsstufen festgestellt. Der zweite Milchprämolare hat im Oberkiefer und bis auf zwei Schädel im Unterkiefer die Okklusionsebene erreicht. Der dritte und vierte Milchprämolare befinden sich bei allen Schädeln sowohl im Ober- als auch im Unterkiefer in Okklusion. Der erste Molar beginnt bei allen Schädeln im Ober- und Unterkiefer durchzuberechnen.

Tab. 7: Anzahl der Schädel mit den jeweiligen Zähnen in den einzelnen Durchbruchstadien vier Monate alter Tiere¹

	Oberkiefer				Unterkiefer			
	B	H	O		B	H	O	
Id1	-	-	25		-	-	25	
Id2	-	11 (3)	17 (3)		-	1	24	
Id3	-	-	25		-	-	25	
I3	4 (3)	-	-		-	-	-	
Cd	-	-	25		-	-	25	
C	3 (2)	-	-		-	-	-	
P1	24 (2)	1	-		-	-	-	
Pd2	-	-	25		1 (1)	2 (1)	23	
Pd3	-	-	25		-	-	25	
Pd4	-	-	25		-	-	25	
M1	25	-	-		25			

(¹) Zahl in Klammern gibt Anzahl der Schädel an, bei denen das jeweilige Durchbruchstadium des Zahnes einseitig auftritt

- Altersgruppe: 6,5 Monate (20 Schädel)

Der erste Milchschnidezahn befindet sich bei allen Schädeln dieser Altersgruppe (Tab. 8) im Ober- und Unterkiefer in Okklusion. Der zweite Milchschnidezahn hat bei allen Schädeln im Unterkiefer und bis auf eine Ausnahme im Oberkiefer die Okklusionsebene erreicht. Der dritte Milchschnidezahn beginnt sowohl im Ober- als auch im Unterkiefer auszufallen. Sein Nachfolger hat bei 75 Prozent der Schädel im Ober- und Unterkiefer das erste Durchbruchstadium erreicht und befindet sich einmal im Ober- und bei zwei Schädeln im Unterkiefer im zweiten Durchbruchstadium. Der Milcheckzahn ist bei allen Schädeln in Okklusion und der bleibende Eckzahn beginnt bei 75 Prozent der Schädel im Oberkiefer und zu 30 Prozent im Unterkiefer durchzubrechen. Der erste Prämolare hat bei der Hälfte der Tiere dieser Altersgruppe die Okklusionsebene erreicht. Der andere Teil befindet sich in der zweiten Phase des Durchbruchs oder beginnt bei zwei Schädeln durchzubrechen. In dieser Altersgruppe treten bei zwei Schädeln untere erste Prämolaren in der zweiten Durchbruchphase auf. Pd2, Pd3 und Pd4 befinden sich bei allen Schädeln in beiden Kiefern in Okklusion. Der erste Molar hat im Unterkiefer bei allen Schädeln und im Oberkiefer bei 90 Prozent der

Schädel die Okklusionsebene erreicht. Der zweite Molar beginnt im Unterkiefer bei 90 Prozent und im Oberkiefer bei der Hälfte der untersuchten Schädel durchzubrechen.

Tab. 8: Anzahl der Schädel mit den jeweiligen Zähnen in den einzelnen Durchbruchstadien 6,5 Monate alter Tiere¹⁾

	Oberkiefer			Unterkiefer		
	B	H	O	B	H	O
Id1	-	-	20	-	-	20
Id2	-	1 (1)	20 (1)	-	-	20
Id3	-	-	19 (2)	-	-	15 (2)
I3	15 (2)	1	-	15	2	-
Cd	-	-	20	-	-	20
C	15 (2)	-	-	6 (2)	-	-
P1	2 (1)	7	10	-	2	-
Pd2	-	-	20	-	-	20
Pd3	-	-	20	-	-	20
Pd4	-	-	20	-	-	20
M1	-	2	18	-	-	20
M2	10	-	-	19	-	-

⁽¹⁾ Zahl in Klammern gibt Anzahl der Schädel an, bei denen das jeweilige Durchbruchstadium des Zahnes einseitig auftritt

- Altersgruppe: 7,5 Monate (18 Schädel)

In dieser Altersgruppe (Tab. 9) befinden sich der erste und zweite Milchschneidezahn im Ober- und Unterkiefer bei allen Schädeln in Okklusion. Der dritte Milchschneidezahn ist im Unterkiefer bei 55 Prozent der Schädel und im Oberkiefer bis auf eine Ausnahme vorhanden. Bei 83 Prozent der untersuchten Schädel im Ober- und 89 Prozent im Unterkiefer beginnt der dritte bleibende Schneidezahn durchzubrechen und befindet sich im Unterkiefer bei zwei Schädeln im zweiten Durchbruchstadium. Der Milcheckzahn ist bei allen Schädeln in Okklusion. Sein Nachfolger beginnt zu 61 Prozent im Ober- und zu 39 Prozent im Unterkiefer durchzubrechen. Der erste Prämolare im Oberkiefer hat bei den meisten Schädeln die Okklusionsebene erreicht. Im Unterkiefer tritt dieser Zahn bei zwei Schädeln in der ersten und bei drei Schädeln in der zweiten Phase des Durchbruchs auf. Pd2, Pd3 und Pd4 und der erste Molar im Unterkiefer befinden sich bei allen Schädeln in Okklusion. Im Oberkiefer hat bis auf

einen Schädel der erste Molar ebenfalls die Okklusionsebene erreicht. Der zweite Molar beginnt bei 55 Prozent der Schädel im Ober- und 89 Prozent im Unterkiefer durchzubrechen.

Tab. 9: Anzahl der Schädel mit den jeweiligen Zähnen in den einzelnen Durchbruchstadien 7,5 Monate alter Tiere¹⁾

	Oberkiefer			Unterkiefer		
	B	H	O	B	H	O
Id1	-	-	18	-	-	18
Id2	-	-	18	-	-	18
Id3	-	-	15	-	-	10 (2)
I3	15	-	-	16 (2)	2 (1)	-
Cd	-	-	17	-	-	17
C	11 (1)	-	-	7 (4)	-	-
P1	-	3 (2)	15 (2)	2 (1)	3 (1)	-
Pd2	-	-	18	-	-	18
Pd3	-	-	18	-	-	18
Pd4	-	-	18	-	-	18
M1	-	1	17	-	-	18
M2	10	-	-	16	-	-

⁽¹⁾ Zahl in Klammern gibt Anzahl der Schädel an, bei denen das jeweilige Durchbruchstadium des Zahnes einseitig auftritt

- Altersgruppe: zehn Monate (16 Schädel)

Der erste und zweite Milchschnidezahn befinden sich bei allen zehn Monate alten Tieren (Tab. 10) in Okklusion. Der dritte Milchschnidezahn ist im Oberkiefer noch zu 44 Prozent und im Unterkiefer nicht mehr vorhanden. So hat sein Nachfolger im Unterkiefer zu 81 Prozent die Okklusionsebene erreicht, während er sich im Oberkiefer in der ersten oder zweiten Durchbruchphase befindet. Der Milcheckzahn ist bei drei Schädeln im Oberkiefer und in einem Fall im Unterkiefer noch vorhanden und sein Nachfolger beginnt bei allen Schädeln im Ober- und zu 75 Prozent im Unterkiefer durchzubrechen. Der erste Prämolare des Oberkiefers hat bei allen Schädeln die Okklusionsebene erreicht. In dieser Altersgruppe wurde bei keinem Schädel ein Vorhandensein des un-teren ersten Prämolaren festgestellt. Der zweite, dritte, vierte Milchprämolare und der erste Molar befinden sich in Okklusion. Der zweite Molar beginnt durchzubrechen.

Tab. 10: Anzahl der Schädel mit den jeweiligen Zähnen in den einzelnen Durchbruchstadien zehn Monate alter Tiere¹

	Oberkiefer			Unterkiefer		
	B	H	O	B	H	O
Id1	-	-	16	-	-	16
Id2	-	-	16	-	-	16
Id3	-	-	7 (4)	-	-	-
I3	10	6 (1)	1 (1)	2 (2)	5 (4)	13 (2)
Cd	-	-	13 (2)	-	-	15 (2)
C	16	-	-	12	2	-
P1	-	1 (1)	16 (1)	-	-	-
Pd2	-	-	16	-	-	16
Pd3	-	-	16	-	-	16
Pd4	-	-	16	-	-	16
M1	-	-	16	-	-	16
M2	16	-	-	16	-	-

⁽¹⁾ Zahl in Klammern gibt Anzahl der Schädel an, bei denen das jeweilige Durchbruchstadium des Zahnes einseitig auftritt

- Altersgruppe: 14 Monate (9 Schädel)

In dieser Altersgruppe (Tab. 11) ist der erste Milchschnidezahn bei zwei Schädeln im Ober- und in einem Fall im Unterkiefer vorhanden. Sein Nachfolger tritt in beiden Kiefern in allen drei Durchbruchstadien auf. Der zweite Milchschnidezahn befindet sich bei allen Schädeln im Ober- und Unterkiefer in Okklusion. Der beginnende Durchbruch des bleibenden zweiten Schneidezahnes wurde bei einem Schädel im Unterkiefer festgestellt. Der dritte Schneidezahn hat bei allen Schädeln in beiden Kiefern die Okklusionsebene erreicht. Der Eckzahn befindet sich in beiden Kiefern im zweiten und dritten Durchbruchstadium, wobei aber die Häufigkeit des Auftretens unterschiedlich ist. Der erste Prämolare befindet sich bei allen Schädeln im Oberkiefer und in drei Fällen im Unterkiefer in Okklusion. Der zweite Milchprämolare tritt im Unterkiefer bei allen Schädeln und im Oberkiefer mit einer Ausnahme auf. Sein Nachfolger beginnt im Oberkiefer bei vier Schädeln durchzubrechen. Der dritte Milchprämolare befindet sich im Oberkiefer noch zu 67 Prozent und im Unterkiefer bei allen Schädeln in Okklusion. Der dritte Prämolare befindet sich im Oberkiefer im zweiten und dritten Durchbruch-

stadium und beginnt im Unterkiefer bei fünf Schädeln durchzubrechen. Der vierte Milchprämolare ist bei allen Schädeln im Ober- und zu 78 Prozent im Unterkiefer vorhanden. Sein Nachfolger beginnt durchzubrechen. Bei allen Schädeln befindet sich der erste Molar in Okklusion. Der zweite Molar tritt im Oberkiefer in allen Durchbruchstadien auf. Im Unterkiefer befindet er sich in der zweiten Durchbruchphase oder hat die Okklusionsebene erreicht. Im Unterkiefer zeigt sich bei 44 Prozent der untersuchten Schädel der Beginn des Durchbruchs des dritten Molaren.

Tab. 11: Anzahl der Schädel mit den jeweiligen Zähnen in den einzelnen Durchbruchstadien 14 Monate alter Tiere¹⁾

	Oberkiefer			Unterkiefer		
	B	H	O	B	H	O
Id1	-	-	2 (1)	-	-	1 (1)
I1	2 (1)	7 (1)	1	1 (1)	4 (1)	5 (1)
Id2	-	-	9	-	-	9
I2	-	-	-	1	-	-
I3	-	-	9	-	-	9
C	-	6	3	-	3 (1)	6 (1)
P1	-	-	9	-	-	3 (1)
Pd2	-	-	8	-	-	9
P2	4 (2)	1 (1)	-	-	-	-
Pd3	-	-	6 (2)	-	-	9
P3	6 (5)	5 (4)	-	5	-	-
Pd4	-	-	9 (3)	-	-	7
P4	6 (2)	1 (1)	-	6 (3)	2	-
M1	-	-	9	-	-	9
M2	4	4	1	-	6	3
M3	-	-	-	4 (1)	-	-

⁽¹⁾ Zahl in Klammern gibt Anzahl der Schädel an, bei denen das jeweilige Durchbruchstadium des Zahnes einseitig auftritt

- Altersgruppe: 20 Monate und älter (13 Schädel)

In dieser Altersgruppe (Tab. 12) befinden sich in beiden Kiefern der erste und dritte Schneidezahn, der Eckzahn, der zweite, dritte und vierte Prämolare und der erste und

zweite Molar in Okklusion. Bei drei Schädeln ist der zweite Milchschnidezahn im Oberkiefer noch vorhanden und sein Nachfolger hat in zwei Fällen die Okklusionsebene nicht erreicht. Bei zwei der untersuchten Schädel befindet sich auch der vierte Prämolare im Oberkiefer nicht in Okklusion. Der dritte Molar beginnt bei allen Schädeln im Ober- und Unterkiefer durchzubrechen. Der einzige untere erste Prämolare, der in dieser Altersgruppe festgestellt wurde, befindet sich in der zweiten Durchbruchphase.

Tab. 12: Schädel mit den jeweiligen Zähnen in den einzelnen Durchbruchstadien bei über 20 Monate alten Tieren¹

	Oberkiefer			Unterkiefer		
	B	H	O	B	H	O
I1	-	-	13	-	-	13
Id2	-	-	3 (1)	-	-	-
I2	1	1 (1)	12 (1)	-	-	13
I3	-	-	13	-	-	13
C	-	-	13	-	-	13
P1	-	-	12	-	1 (1)	-
P2	-	-	13	-	-	13 (1)
P3	-	-	13	-	-	13
P4	-	2 (2)	13 (2)	-	-	13
M1	-	-	13	-	-	13
M2	-	-	13	-	-	13
M3	13 (1)	-	-	13	-	-

⁽¹⁾ Zahl in Klammern gibt Anzahl der Schädel an, bei denen das jeweilige Durchbruchstadium des Zahnes einseitig auftritt

4.1.2 Zahndurchbruch und -wechsel in der untersuchten Population

Die gewonnenen Zeitangaben zum Erreichen der verschiedenen Durchbruchstadien in den Altersgruppen erbrachten die Daten zum Durchbruch der Milch- und Dauerrähne in der untersuchten Population des Berliner Miniaturschweines. Dabei wurde festgestellt, daß der Milcheckzahn und der dritte Milchschnidezahn im Ober- und Unterkiefer bereits bei Geburt in Okklusion sind.

Im Frontzahnggebiet folgt der erste Milchschnidezahn im ersten bis zweiten Monat. Dabei erreicht dieser Zahn im Unterkiefer eher die Okklusionsebene als im Oberkiefer, da Id1 im Unterkiefer im ersten Monat öfter die Okklusionsebene erreicht hat und sich am ersten Lebenstag im zweiten Durchbruchstadium befindet.

Der Zahndurchbruch setzt sich im Bereich der Frontzähne mit dem zweiten Milchschneidezahn fort, der aber im Gesamtgeschehen als letzter Zahn des Milchgebisses, nämlich im Oberkiefer zwischen vier und 6,5 und im Unterkiefer zwischen drei und vier Monaten, die Okklusionsebene erreicht. Dieser Zahn wurde schon im ersten Lebensmonat im ersten Durchbruchstadium gefunden.

Noch vor dem ersten Milchschnidezahn tritt im ersten Monat der dritte Milchprämolare im Oberkiefer in Okklusion. Ungefähr zeitgleich mit dem ersten Milchschnidezahn im Oberkiefer erreicht der vierte Milchprämolare im Unterkiefer vom ersten bis zweiten Monat die Okklusionsebene. Danach kommen der dritte Milchprämolare im Unterkiefer und der vierte Milchprämolare im Oberkiefer im zweiten Monat zur Okklusion. Der dritte Milchprämolare erreicht demnach im Oberkiefer und der vierte Milchprämolare im Unterkiefer beim Berliner Miniaturschwein zuerst die Okklusionsebene.

Der zweite Milchprämolare befindet sich zuerst im Oberkiefer im dritten Monat und dann im Unterkiefer im vierten Monat in Okklusion. Alle drei Milchprämolaren sind bei den ersten Tag alten Schädeln bereits sichtbar.

Das vollständige Milchgebiß, mit dem Erreichen der Okklusionsebene aller Milchzähne, ist bei der Hälfte der untersuchten Schädel vier Monate alter Tiere vorhanden. Dabei hat beim größten Teil der Schädel der zweite Milchschnidezahn und in zwei Fällen der zweite Milchprämolare die Okklusionsebene nicht erreicht. Am Schädel eines Inzuchtieres wurde sowohl beim zweiten Milchschnidezahn, als auch beim zweiten Milchprämolaren ein Nichterreichen der Okklusionsebene beobachtet. Nur in einem Fall ist der zweite Milchschnidezahn in beiden Kiefern nicht vollständig herausgewachsen.

Der erste bleibende Zahn, der beim Berliner Miniaturschwein die Okklusionsebene erreicht, ist der erste Molare. Im Unterkiefer wurde er im Alter von 6,5 Monaten und im Oberkiefer in den Altersgruppen 6,5 und 7,5 Monate in Okklusion gefunden. Dabei beginnt der erste Molare im zweiten (UK) bzw. im dritten Monat (OK) durchzubreichen.

Als nächster folgt der erste obere Prämolare, dessen beginnender Durchbruch im ersten Lebensmonat beobachtet werden konnte und bei Schädeln von Tieren zwischen 6,5 und 8,5 Monaten zur Okklusion kommt. Der jüngste untersuchte Schädel, der einen P1 im Unterkiefer in Okklusion aufweist, gehört zu einem neun Monate alten Tier.

Der dritte Schnidezahn erreicht beim Berliner Miniaturschwein frühestens mit zehn

Monaten und bei allen Schädeln 14 Monate alter Tiere die Okklusionsebene. Dabei erreicht er im Unterkiefer etwas eher als im Oberkiefer die Okklusionsebene, obwohl der Durchbruch im Oberkiefer eher beginnt (4. Mon.) als im Unterkiefer (6,5 Mon.). Bei Schädeln 14 Monate alter Berliner Miniaturschweine ragt der Eckzahn teilweise, aber im Unterkiefer etwas öfter als im Oberkiefer über die Okklusionsebene hinaus, wobei sich der beginnende Durchbruch zum selben Zeitpunkt wie bei I3 zeigt. Ebenfalls im Alter von 14 Monaten befinden sich die zweiten Molaren, deren Durchbruch mit 6,5 Monaten beginnt, im Ober- und Unterkiefer und der erste Schneidezahn teilweise im Unterkiefer und in einem Fall im Oberkiefer in Okklusion. In der Altersgruppe über 20 Monate, wobei der jüngste Schädel von einem 20 Monate alten Tier stammte, sind diese Zähne in jedem Fall in Okklusion.

I2, P2, P3 sowie P4 in beiden Kiefern haben im Alter von 14 Monaten in keinem Fall die Okklusionsebene erreicht. Die drei genannten Prämolaren befinden sich in unterschiedlichen Durchbruchstadien (Abb. 17 - 20) oder sind noch nicht sichtbar.

Der zweite Schneidezahn bricht in der untersuchten Population des Berliner Miniaturschweines im permanenten Gebiß als vorletzter Zahn vor dem dritten Molaren durch, denn er okkludiert nicht bei allen Schädeln der Altersgruppe über 20 Monate.

Die vierten Prämolaren, die bei zwei Schädeln der Altersgruppe über 20 Monate jeweils einseitig die Okklusionsebene nicht erreicht haben, werden durch Zahnstellungsanomalien behindert. Dabei handelt es sich in einem Fall um einen Engstand, d.h. die Nachbarzähne (P3, M1) stehen so eng, daß P4 nicht genügend Platz hat, um vollständig aus der Alveole herauszutreten. Der andere Schädel weist eine Kippung und Drehung des P4 auf, so daß dieser Zahn nicht gerade aus seiner Alveole kommt und dadurch nicht vollständig herauswachsen kann. Beide Schädel sind unter Punkt 4.2.2 abgebildet.

Bei keinem der Schädel, bei denen die ältesten über 40 Monate alt sind, ist die Krone des dritten Molaren vollständig aus der Alveole herausgetreten. Es wurde beobachtet, daß sich die jeweils paarweise angeordneten Höcker im Unterkiefer sowie die vier paarweise angeordneten und der fünfte Höcker im Oberkiefer in unterschiedlichen Durchbruchstadien befinden. Dabei sind die jeweils mesialer liegenden Höcker weiter aus der Alveole herausgetreten oder befinden sich in Okklusion. Außerdem wurde festgestellt, daß sich der untere M3 in keinem Fall in einem späteren Durchbruchstadium befindet als im Oberkiefer.

Die aus der Betrachtung der Altersgruppen resultierenden Zeitangaben zum Erreichen der Okklusionsebene der einzelnen Zähne für die untersuchte Population des Berliner Miniaturschweines sind in Tabelle 13 zusammenfassend dargestellt. Die Altersgrup-

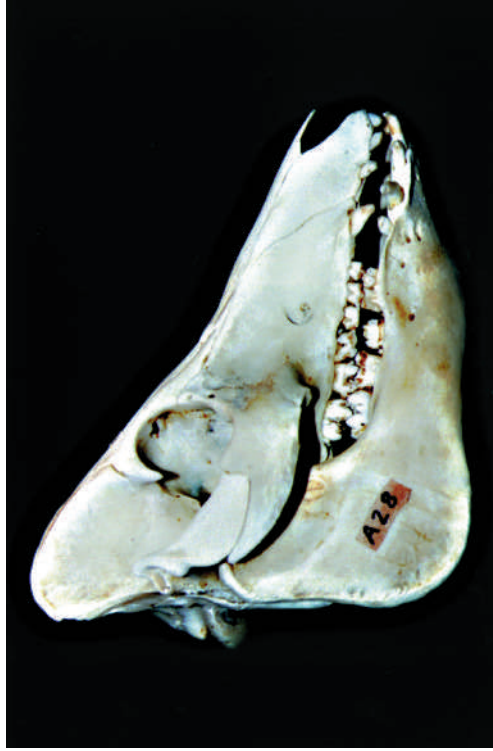


Abb. 17: Prämolarenwechsel rechts, Nr. A28, 14 Monate

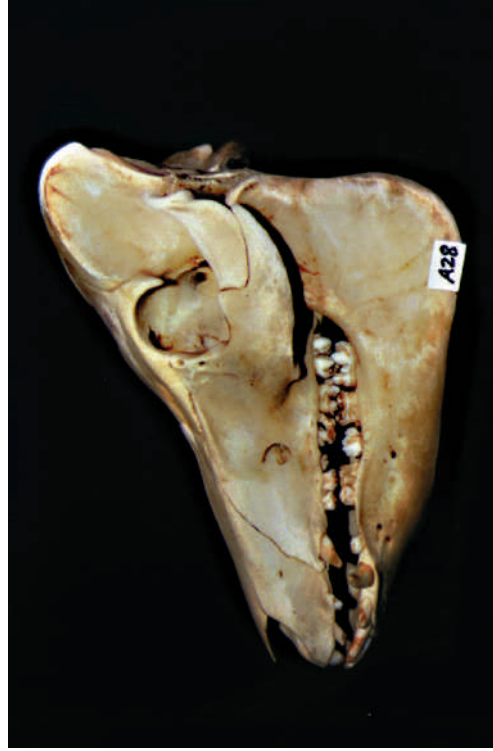


Abb. 18: Prämolarenwechsel links, Nr. A28, 14 Monate



Abb. 19: Prämolarenwechsel links, Nr. A91, 14 Monate

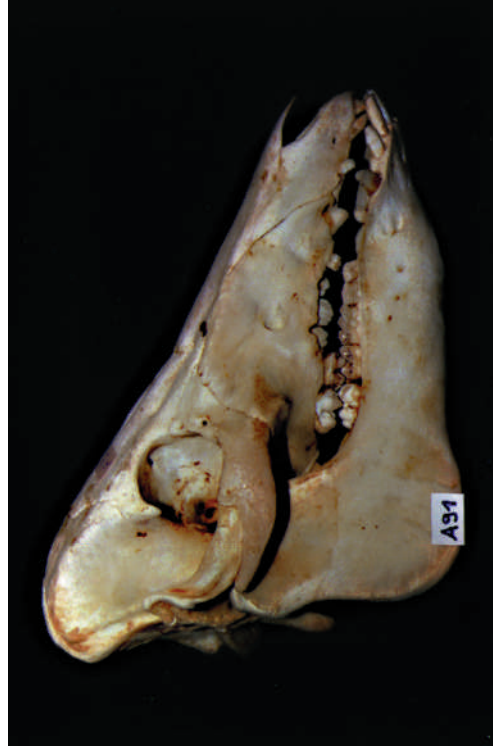


Abb. 20: Prämolarenwechsel rechts, Nr. A91, 14 Monate

penenteilung ließ nicht in jedem Fall eine Feststellung des Zeitpunktes des Erreichens der Okklusionsebene zu.

Tab. 13: Zeitpunkte der Feststellung des Erreichens der Okklusionsebene der Milch- und Dauerzähne in der untersuchten Population in Monaten

Zahn	Milchgebiß		Dauergebiß	
	Oberkiefer	Unterkiefer	Oberkiefer	Unterkiefer
I1	1-2	1-2	14- ...	14- ...
I2	4-6,5	3-4	...	...
I3	bei Geburt		10-14	10-14
C	bei Geburt		14- ...	14- ...
P1	-	-	6,5-8,5	9-...
P2	3	4	...	...
P3	1	2	...	...
P4	2	1-2	...	...
M1	-	-	6,5-7,5	6,5
M2	-	-	14- ...	14- ...
M3	-	-	...	...

Bezüglich eines Geschlechtsunterschiedes bei der Zahnentwicklung wurden vier und 6,5 Monate alte männliche und weibliche Tiere miteinander verglichen (Tab. 14). Dabei zeigen die männlichen Tiere einen höheren Anteil an Zähnen in den jeweiligen Durchbruchstadien.

Tab. 14: Prozentualer Anteil an Zähnen in den jeweiligen Durchbruchstadien bei weiblichen und männlichen Tieren zweier Altersgruppen

Altersgruppe	Zahn	Durchbruchstadium	Prozentualer Anteil	
			weiblich	männlich
4	Id2 OK	in Okklusion	60	63
	Id2 UK	in Okklusion	90	100
6,5	P1 OK	in Okklusion	0	50
	C UK	Beginn	0	58

4.1.3 Vergleich der Durchbruchzeiten der Zähne von Reinzucht-, Inzucht- und Rückkreuzungstieren

Ein Vergleich des Durchbruchverhaltens der Zähne zwischen Rein- und Inzuchtminiaturschweinen wurde bei vier Monate alten Tieren und zwischen 6,5 Monate alten Schweinen der Reinzuchtvariante und rückgekreuzten Tieren (R1) durchgeführt. Die 25 untersuchten Schädel vier Monate alter Tiere setzen sich aus 13 Reinzuchtminiaturschweinen und 12 ingezüchteten Miniaturschweinen zusammen (s. Tab. 2). Wie aus Tabelle 15 ersichtlich, befinden sich bei der Hälfte der Tiere beider Zuchtmethoden alle Milchzähne in Okklusion. Unterschiede bestehen zwischen den Rein- und Inzuchttieren lediglich darin, welche Zähne die Okklusionsebene noch nicht erreicht haben.

Tab. 15: Anzahl der Schädel vier Monate alter Reinzucht- und Inzuchttiere in verschiedenen Stadien bei der Ausbildung des vollständigen Milchgebisses

	Anzahl	
	Reinzucht	Inzucht
Alle Milchzähne in Okklusion	7	6
Id2 in einem Kiefer nicht in Okklusion	4	6
Id2 in beiden Kiefern nicht in Okklusion	1	-
Pd2 nicht in Okklusion	1	1

Von 13 Reinzucht- und sieben Rückkreuzungstieren im Alter von 6,5 Monaten wurden die Durchbruchstadien folgender Zähne des Oberkiefers verglichen: I3, C, P1, M1. Tabelle 16 stellt die Anzahl der Schädel in den jeweiligen Durchbruchstadien dar. Darin wird deutlich, daß bei allen Rückkreuzungstieren das jeweils betrachtete Durchbruchstadium des Zahnes erreicht war, was bei den Reinzuchttieren nicht bei jedem Schädel der Fall war. Ein statistisch gesicherter Unterschied im Durchbruchverhalten zwischen beiden Zuchtmethoden ergab sich aber lediglich bei P1 des Oberkiefers.

Tab. 16: Anzahl der Schädel 6,5 Monate alter Reinzucht- und Rückkreuzungstiere in den jeweiligen Durchbruchstadien von I3, C, P1 und M1 des Oberkiefers

Durchbruchstadium (OK)	Reinzucht	Rückkreuzung
Beginn I3	9	7
ohne Beginn I3	4	–
Beginn C	8	7
ohne Beginn C	5	–
P1 in Okklusion	3	7
P1 nicht in Okklusion	9	–
M1 in Okklusion	11	7
M1 nicht in Okklusion	2	–

4.1.4 Abweichungen in der Zahnzahl

In der untersuchten Population des Berliner Miniaturschweines wurde keine Zahn-
überzahl festgestellt.

Dagegen konnte Zahnunterzahl bei den untersuchten Schädeln bei folgenden Zähnen
beobachtet werden: Id3, C, P1 und P2.

Id3 fehlt bei drei Schädeln jeweils im Oberkiefer, zweimal einseitig (Nr. A110, 1 Mon.
und Nr. A22, 6,5 Mon.) bzw. einmal beidseitig (Nr. A18, 7,5 Mon.).

Bei einem Schädel eines 14 Monate alten Tieres (Nr. A93, Abb. 21) konnte kein Eck-
zahn in einer Unterkieferhälfte gefunden werden.

Der erste Prämolare im Oberkiefer fehlt bei folgenden sieben Schädeln:

Nr.	A127,	4	Monate - einseitig,
	132,	4	Monate - einseitig,
	21,	6,5	Monate - einseitig,
	46,	6,5	Monate - beidseitig,
	16,	7,5	Monate - beidseitig,
	18,	7,5	Monate - beidseitig,
	87,	38	Monate - einseitig.

P2 war einmal im Unterkiefer einseitig (Nr. A49, 36 Mon., Abb. 22) nicht vorhanden.

Bei dem in Abbildung 23 dargestellten Schädel eines 7,5 Monate alten Tieres (Nr. A18)
fehlten sowohl der obere P1 beidseitig als auch beide Id3 im Oberkiefer.

Eine Häufung von Zahnunterzahl (mit Ausnahme P1 UK) konnte weder zwischen den verschiedenen Zuchtmethoden, Zuchtgruppen, Ebernachkommen bzw. zwischen männlichen und weiblichen Tieren festgestellt werden.

Ein Fehlen des P1 im Unterkiefer wurde bei allen Schädeln ab dritten Monat untersucht. In dieser Altersgruppe zeigte sich bei zwei Schädeln der beginnende Durchbruch des unteren P1. Somit konnten 122 Schädel, darunter 76 Reinzucht-, 16 Inzuchtminiaturschweine und 30 Rückkreuzungstiere in die Analyse einfließen. Dabei wurde bei 108 Schädeln, das entspricht 88,5 Prozent, beidseitig kein P1 im Unterkiefer festgestellt. Bei drei Schädeln (2,4%) fehlte dieser Zahn einseitig. Nach der Aufgliederung in die einzelnen Zuchtmethoden wurden die in Tabelle 17 dargestellten Werte ermittelt.

Tab. 17: Absolute und relative Anzahl der Schädel ohne P1 im Unterkiefer bei Reinzucht-, Inzucht- und Rückkreuzungstieren

Ohne P1	Reinzucht		Inzucht		Rückkreuzung			
	n	%	n	%	R1		R2	
					n	%	n	%
Einseitig	2	3	-	-	-	-	1	7
Beidseitig	73	96	15	94	9	56	11	79

Wie aus der Tabelle 17 ersichtlich, ist bei den Rein- und Inzuchttieren der Anteil der Schädel ohne P1 im Unterkiefer sehr hoch. Demgegenüber weisen die Schädel der Rückkreuzungstiere einen deutlich geringeren Anteil an fehlenden ersten Prämolaren im Unterkiefer auf.

Zwischen Reinzucht- und Rückkreuzungstieren besteht ein statistisch gesicherter Unterschied beim Fehlen von P1. Gleichzeitig läßt sich eine Erhöhung des Anteils fehlender erster unterer Prämolaren von der ersten zur zweiten Rückkreuzungsgeneration feststellen, der aber statistisch nicht gesichert werden konnte.



Abb. 21: Fehlen des rechten Eckzahnes und P1 im Unterkiefer, Nr. A93, 14 Monate

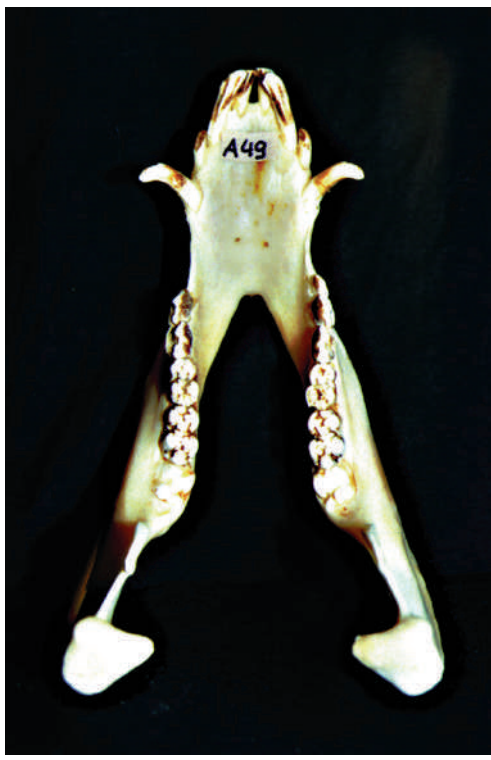


Abb. 22: Fehlen von P1 beidseitig und P2 links im Unterkiefer, Nr. A49, 36 Monate



Abb. 23: Fehlen von I3 und P1 im Oberkiefer, Nr. A18, 7,5 Monate

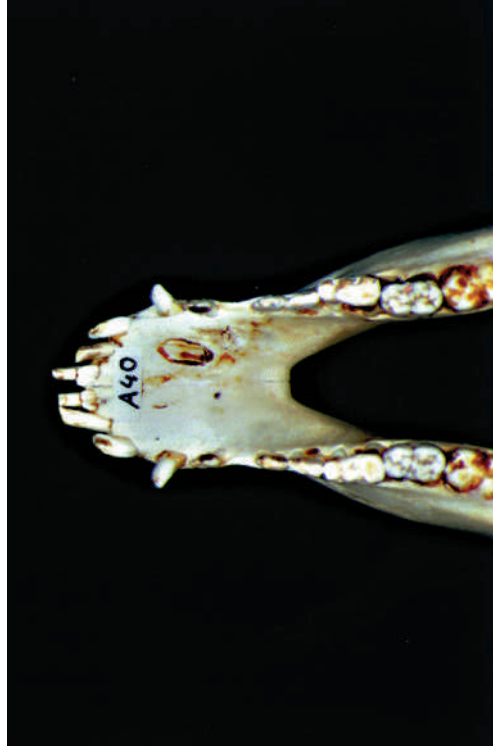


Abb. 24: Schädel mit P1 beidseits im Unterkiefer, Nr. A40, 13 Monate

4.2 Okklusionsbeziehungen

4.2.1 Transversale Okklusionsbeziehungen

4.2.1.1 Transversale Okklusionsbeziehungen in den Altersgruppen

Aufgrund des Gebißstatus wurden die Untersuchungen der transversalen Okklusionsbeziehungen an den sekodonten Seitenzähnen bei Schädeln ab dritten Lebensmonat und an den bunodonten Seitenzähnen bei Schädeln von Tieren ab zweiten Lebensmonat vorgenommen.

Bei Schädeln des zweiten Lebensmonats zeigt sich an den bunodonten Seitenzähnen eine Okklusionsform die nach den Begriffen der Kieferorthopädie des Menschen zwischen Kopfbiß und einer Normalokklusion liegt, d.h. die bukkalen Flächen der Antagonisten stehen nicht genau übereinander, okkludieren aber auch nicht wie beim Menschen in Normalokklusion.

Die sich bei Schädeln drei Monate alter Tiere in Okklusion befindenden sekodonten Milchprämolaren okkludieren in folgender Weise: in beidseitiger Bukkalokklusion, beidseitigem Kopfbiß sowie in beiden Formen jeweils einseitig. Im Bereich der bunodonten Zähne wurden in dieser Altersgruppe dieselben Okklusionsbeziehungen wie bei den zwei Monate alten Tieren beobachtet.

Die Schädel von Tieren des vierten Lebensmonats zeigen im Bereich der sekodonten Milchprämolaren beidseitige Bukkal- und Lingualokklusion sowie bukkale Nonokklusion und jeweils einseitig Bukkal- und bukkale Nonokklusion sowie Bukkalokklusion und Kopfbiß. An den bunodonten Seitenzähnen wurde bei einem Schädel dieser Altersgruppe ein Kreuzbiß beidseitig an den vierten Milchprämolaren festgestellt. Ansonsten treten die schon bei zwei und drei Monate alten Tieren beobachteten Verhältnisse auf.

An den sekodonten Milch- und Dauerprämolaren der 6,5 Monate alten Tiere treten beidseitig ebenfalls Kopfbiß oder Bukkalokklusion auf. Außerdem wurde jeweils einseitig Kopfbiß bzw. Bukkalokklusion, Lingualokklusion bzw. Kopfbiß gefunden. Daneben gehört dieser Altersgruppe ein Schädel an, bei dem im Bereich Pd2/Pd2 Lingualokklusion und bei Pd2/Pd3 einseitig Bukkalokklusion bzw. Kopfbiß beobachtet wurde. Zwei Schädel weisen einseitig einen Kreuzbiß im Bereich der bunodonten Zähne auf, wobei in einem Fall der Schädel auf dieser Seite eine Lingualokklusion im Bereich aller sekodonten Seitenzähne zeigt. Alle anderen Schädel okkludieren an den bunodonten Zähnen in derselben Art und Weise, wie sie für die anderen Altersgruppen beschrieben wurden.

Bei den Schädeln der Altersgruppe 7,5 Monate treten, neben den auch bei anderen

Altersgruppen gefundenen Okklusionsbeziehungen (Kopfbiß beidseitig, Bukkalokklusion beidseitig, Kopfbiß einseitig mit einer Bukkal- oder einer bukkalen Nonokklusion), im Bereich der sekodonten Seitenzähne andere Formen der transversalen Okklusion auf. So wurde eine beidseitige Bukkalokklusion im Bereich P1/Pd2 und Kopfbiß an Pd2/Pd3 registriert. Außerdem zeigt sich bei einem Schädel eine Bukkalokklusion beidseitig, die aber einseitig im Bereich P1/Pd2 als bukkale Nonokklusion auftritt. Im Bereich der bunodonten Seitenzähne weisen vier Schädel dieser Altersgruppe einen Kreuzbiß, in drei Fällen einseitig und einmal auf beiden Seiten, auf. Ansonsten okkludieren die bunodonten Seitenzähne in der bereits beschriebenen Form.

Die Okklusion der sekodonten Milch- und Dauerprämolaren bei Schädeln zehn Monate alter Tiere gestaltet sich ebenfalls sehr verschieden. Es wurden Bukkalokklusion und Kopfbiß sowohl beidseitig, als auch jeweils einseitig beobachtet. Dabei ließ sich bei zwei Schädeln jeweils eine der beiden Okklusionsformen einseitig nur im Bereich P1/Pd2 feststellen, während die distaler liegenden Milchprämolaren wie auf der anderen Seite okkludieren. Weiterhin wurde jeweils einseitig Kopfbiß bzw. bukkale Nonokklusion, sowie Bukkal- bzw. Lingualokklusion registriert. Bei einem Schädel steht nur P1 (OK) lingual von Pd2 (UK) auf einer Seite, die anderen Zähne befinden sich in Bukkalokklusion. Außerdem tritt in dieser Altersgruppe in einem Fall beidseitig eine Bukkalokklusion im Bereich von P1/Pd2 sowie Kopfbiß an Pd2/Pd3 auf. Kreuzbiß einseitig im Bereich der bunodonten Zähne wurde in zwei Fällen beobachtet, wobei sich bei einem Schädel der Kreuzbiß in einer Lingualokklusion fortsetzt. Bei allen anderen Schädeln wurde ebenfalls die bei den zwei Monate alten Tieren beschriebene Okklusionsform festgestellt.

In der Altersgruppe 14 Monate wurde bei fast jedem Schädel eine andere Okklusionsbeziehung in der Transversalen im Bereich der sekodonten Zähne gefunden. Bei jeweils einem Schädel tritt eine Bukkal- bzw. Lingualokklusion an P1/Pd2 auf, die dann in einen Kopfbiß im Bereich Pd2/Pd3 übergeht. Auf beiden Seiten übereinstimmend wurde einmal eine bukkale Nonokklusion und ein Kopfbiß festgestellt, letzterer aber nur an P1/Pd2, da sich die anderen Prämolaren im Wechsel befinden. Bei zwei Schädeln dieser Altersgruppe okkludieren auf der rechten Seite P1 lingual von Pd2, die anderen sekodonten Milchprämolaren dieser Seite und alle auf der linken Seite befinden sich im Kopfbiß. Ähnlich stellt sich die Okklusionssituation eines anderen Schädels dar, bei dem P1 auf der linken Seite bukkal von Pd2 steht. In einem weiteren Fall befinden sich nur Pd2 und Pd3 auf einer Seite im Kopfbiß, währenddessen alle anderen Milchprämolaren mit schneidendem Kaurand bukkal okkludieren. Bei ei-

nem weiteren Schädel wurde Kopfbiß auf einer Seite an P1/Pd2 und auf der anderen Seite an Pd2/Pd3 registriert, während die restlichen sekodonten Seitenzähne jeder Seite lingual okkludieren. Kreuzbiß an den bunodonten Zähnen tritt in dieser Altersgruppe bei zwei Schädeln beidseitig an Pd3, Pd4/Pd4 auf. Ansonsten okkludieren die bunodonten Seitenzähne wie in allen vorher genannten Altersgruppen.

Die 20 Monate und älteren Schädel zeigen ebenfalls vielfältige transversale Okklusionsbeziehungen im Bereich der sekodonten Seitenzähne. Bei den meisten Schädeln tritt zwischen den distaler liegenden Prämolaren Kopfbiß auf. So okkludieren die vorderen Prämolaren beidseitig bukkal oder es besteht eine bukkale Nonokklusion und an den hinteren wurde Kopfbiß beobachtet. In anderen Fällen wurde je einseitig eine Bukkal- bzw. bukkale Nonokklusion im Bereich der vorderen Prämolaren festgestellt. Bei einem Schädel wurde an P1/P2 Kopfbiß, an P2/P3 Bukkalokklusion und an P3/P4 wieder Kopfbiß beobachtet. In einem weiteren Fall geht eine bukkale Nonokklusion an P1/P2 jeweils einseitig in eine Bukkalokklusion bzw. einen Kopfbiß über. An den bunodonten Seitenzähnen wurde in dieser Altersgruppe bei sieben Schädeln ein Kreuzbiß im Bereich der ersten Molaren registriert, wobei bei einem Schädel auch P4 und M2 einbezogen sind. Die anderen bunodonten Zähne okkludieren in der Weise, wie es für die zwei Monate alten Tiere dargestellt wurde.

Die verschiedenen Okklusionsbeziehungen an den sekodonten Seitenzähnen innerhalb der Altersgruppen sind in Tabelle 18 zusammenhängend dargestellt. Zugunsten einer besseren Übersichtlichkeit wurden Schädel mit ähnlichen Okklusionsformen zusammengefaßt. Dabei enthält die Gruppe der Lingualokklusionen bzw. der bukkalen Nonokklusionen auch Schädel bei denen diese Okklusionsform nur an Einzelzähnen auftritt.

Die Häufigkeit des Auftretens von Kreuzbiß an den bunodonten Seitenzähnen wird in Tabelle 19 dargestellt.

Tab. 18: Absolute und relative Anzahl der Schädel mit verschiedenen transversalen Okklusionsformen im Bereich der sekundären Seitenzähne innerhalb der Altersgruppen

Altersgruppe	BO ¹ n	BO ¹ %	Kob ² n	Kob ² %	BO/Kob ³ n	BO/Kob ³ %	BO>Kob ⁴ n	BO>Kob ⁴ %	BO-Kob ⁵ n	BO-Kob ⁵ %	LO ⁶ n	LO ⁶ %	BNO ⁷ n	BNO ⁷ %
3	4	36	2	18	5	45	-	-	-	-	-	-	-	-
4	18	72	-	-	1	4	1	4	-	-	1	4	4	16
6,5	7	35	8	40	3	15	-	-	-	-	2	10	-	-
7,5	2	12	5	29	4	24	4	24	-	-	-	-	2	12
10	4	25	2	12	4	25	1	6	2	12	2	12	1	6
14	-	-	1	11	-	-	1	11	2	22	4	44	1	11
20	-	-	-	-	-	-	5	38	1	8	-	-	7	54

¹ BO = Bukkalokklusion beidseitig

² Kob = Kopfbiß beidseitig

³ BO/Kob = Bukkalokklusion und Kopfbiß jeweils einseitig

⁴ BO>Kob = Bukkalokklusion beidseitig übergehend in Kopfbiß beidseitig von mesial nach distal

⁵ BO-Kob = Bukkalokklusion und Kopfbiß in verschiedenen Kombinationen

⁶ LO = Lingualokklusion

⁷ BNO = bukkale Nonokklusion

Tab. 19: Absolute und relative Anzahl der Schädel mit Kreuzbiß im Bereich der bunodonten Seitenzähne innerhalb der Altersgruppen

Altersgruppe	Anzahl Tiere mit Kreuzbiß	
	n	%
2	-	-
3	-	-
4	1	4
6,5	2	10
7,5	4	24
10	2	12
14	2	22
20	7	54

4.2.1.2 Transversale Okklusionsbeziehungen in der Population

Insgesamt wurden in die Untersuchung der transversalen Okklusionsbeziehungen an den sekodonten Seitenzähnen 121 Schädel einbezogen. In diesem Bereich ließen sich folgende, der Kieferorthopädie des Menschen entnommene Okklusionsformen feststellen: Bukkalokklusion (BO), Kopfbiß (Kob), bukkale Nonokklusion (BNO) und Lingualokklusion (LO). Diese Formen wurden sowohl beid-, als auch einseitig registriert. Dabei treten bis auf eine Ausnahme alle genannten Formen miteinander auf. Lediglich eine Lingualokklusion wurde nicht zusammen mit einer bukkalen Nonokklusion an einem Schädel beobachtet. Außerdem okkludieren auch die Prämolaren einer Seite in verschiedenen Varianten. In Tabelle 20 sind die auftretenden Formen transversaler Okklusion bei männlichen und weiblichen Tieren sowie für die gesamte Population dargestellt. Wie auch schon in Tabelle 18 wurden Schädel mit ähnlichen Okklusionsbeziehungen zu Gruppen zusammengefaßt. Eine beidseitige vollständige Lingualokklusion, d.h. an allen sekodonten Seitenzähnen, tritt nur einmal und eine bukkale Nonokklusion tritt an drei Schädeln beidseitig auf.

Tab. 20: Absolute und relative Anzahl verschiedener Okklusionsformen an den sekodonten Prämolaren bei männlichen und weiblichen Tieren sowie insgesamt (n=121)

	m	n		Anzahl	
		w	ges.	%	ges.
Bukkalokklusion beidseitig (BO)	24	17	41		34
Kopfbiß beidseitig (Kob)	10	12	22		18
Bukkalokklusion und Kopfbiß jeweils einseitig (BO/Kob)	9	8	17		14
Bukkalokklusion beidseitig übergehend in Kopfbiß beidseitig von mesial nach distal (BO>Kob)	3	9	12		10
Bukkalokklusion und Kopfbiß in verschiedenen Kombinationen (BO-Kob)	2	3	5		4
Lingualokklusion (LO)	4	5	9		7
Bukkale Nonokklusion (BNO)	10	5	15		12

Deutliche Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Tieren zeigen sich in der Ausprägung von einer Bukkalokklusion beidseitig übergehend in Kopfbiß beidseitig von mesial nach distal sowie bukkaler Nonokklusion.

Im Bereich der bunodonten Zähne wurden bei den untersuchten Schädeln des Berliner Miniaturschweines zwei Okklusionsformen festgestellt. Zum einen eine Form, die nach kieferorthopädischen Gesichtspunkten zwischen einem Kopfbiß und Normalokklusion liegt. Diese Form tritt bei allen Schädeln im Bereich der bunodonten Zähne auf, bis auf die Fälle, bei denen Einzelzähne im Kreuzbiß stehen. Somit ist Kreuzbiß die zweite festgestellte Form der transversalen Okklusion im Bereich der bunodonten Seitenzähne. Im Kreuzbiß befinden sich im Milchgebiß Pd4 und im Dauergebiß M1. Von den 131 untersuchten Schädeln weisen 19 Schädel (14,5%) einen Kreuzbiß auf. Kreuzbiß wurde sowohl beidseitig als auch einseitig festgestellt. Dabei konnte diese Okklusionsform bei 13 Prozent der männlichen und 22 Prozent der weiblichen Tiere registriert werden.



Abb. 25: Kopfbiß im Bereich der sekundenten Seitenzähne (Pd2/Pd3), Nr. A62, drei Monate

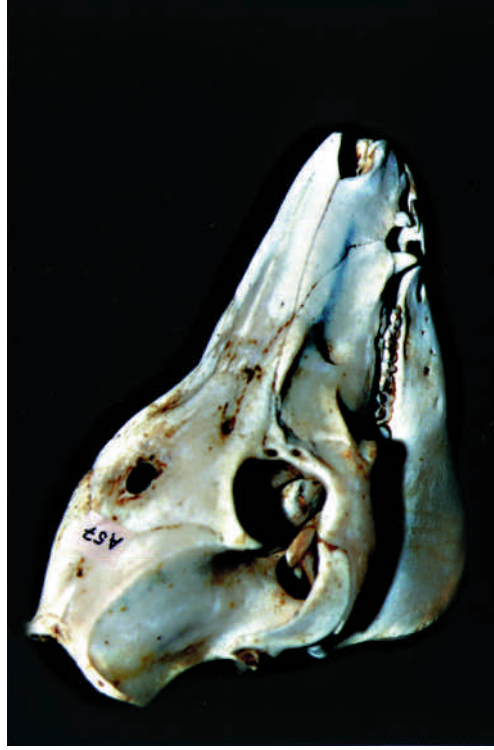


Abb. 26: Kreuzbiß an Pd3, Pd4/Pd4 übergehend in eine Lingualokklusion an den sekundenten Seitenzähnen, Nr. A57, 14 Monate



Abb. 27: Bukkale Nonokklusion an P1, P2/P2, P3, Nr. A3, 38 Monate



Abb. 28: Kreuzbiß an M1/M1 und bukkale Nonokklusion an P1/P2, Nr. A112, 38 Monate

4.2.1.3 Betrachtung transversaler Okklusionsverhältnisse unter züchterischen Gesichtspunkten

Die im vorangegangenen Abschnitt für die untersuchte Population des Berliner Miniaturschweines gefundenen transversalen Okklusionsbeziehungen im Bereich der sekundonten Seitenzähne wurden innerhalb der Reinzucht-, Inzucht- und Rückkreuzungstiere untersucht. Dabei konnten die in Tabelle 21 dargestellten Werte ermittelt werden. Für die Durchführung des Chi-Quadrat-Tests wurden alle Formen mit Bukkalokklusion bzw. Kopfbiß zusammengefaßt und der auftretenden Anzahl von Lingualokklusion und bukkaler Nonokklusion gegenübergestellt. Dabei ergaben sich keine Unterschiede zwischen Rein- und Inzuchttieren sowie Inzucht- und Rückkreuzungstieren. Ein signifikanter Unterschied wurde für dieses Merkmal zwischen Reinzucht- und Rückkreuzungstieren errechnet. Auffällig bei den Inzuchttieren ist der sehr hohe Anteil an Bukkalokklusionen und das Fehlen von Kopfbiß.

Tab. 21: Auftreten verschiedener transversaler Okklusionsbeziehungen (absolut und relativ) im Bereich der sekundonten Seitenzähne bei Reinzucht-, Inzucht- und Rückkreuzungstieren

	Reinzucht		Inzucht		Rückkreuzung	
	n	%	n	%	n	%
BO	21	28	10	62	10	34
Kob	16	21	–	–	6	20
BO/Kob	9	12	2	12	6	20
BO>Kob	6	8	1	6	5	17
BO-Kob	4	5	–	–	1	3
LO	8	11	–	–	1	3
BNO	11	15	3	19	1	3

Innerhalb der Reinzuchttiere erfolgte ein Vergleich der Zuchtgruppen gegeneinander (Tab. 22). Dabei ergaben sich keine signifikanten Unterschiede in der Ausprägung von Kopfbiß und Bukkalokklusion gegenüber Lingualokklusion und bukkaler Nonokklusion zwischen den einzelnen Zuchtgruppen.

Tab. 22: Absoluter und relativer Anteil transversaler Okklusionsbeziehungen an den sekundonten Seitenzähnen innerhalb der Zuchtgruppen

Zucht- gruppe	BO		Kob		BO/Kob		BO>Kob		BO-Kob		LO		BNO	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
I	6	34	4	22	2	11	2	11	–	–	–	–	4	22
II	4	23	1	6	1	6	1	6	3	18	4	23	3	18
III	3	23	3	23	2	15	1	8	1	8	2	15	1	8
IV	4	45	1	11	1	11	1	11	–	–	–	–	2	22
V	3	19	7	44	3	19	–	–	–	–	2	12	1	6

Die Nachkommen von vier Ebern wurden auf ihre transversalen Okklusionsverhältnisse untersucht. Dabei konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Ebernachkommengruppen in der Ausprägung von Bukkalokklusion und Kopfbiß gegenüber Lingualokklusion und bukkaler Nonokklusion ermittelt werden. Bei den Nachkommen von Eber Nr. 395 fällt allerdings der hohe Anteil von Bukkalokklusion und das Fehlen von Kopfbiß auf.

Tab. 23: Absoluter und relativer Anteil transversaler Okklusionsbeziehungen der Nachkommen verschiedener Eber

Eber Nr.	BO		Kob		BO/Kob		BO>Kob		BO-Kob		LO		BNO	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
88	6	29	5	24	2	9	1	5	1	5	4	19	2	9
254	2	13	8	54	2	13	–	–	–	–	2	13	1	7
375	9	48	3	16	4	21	1	5	–	–	1	5	1	5
395	9	60	–	–	1	7	–	–	2	13	1	7	2	13

Im Bereich der bunodonten Seitenzähne wurde ein Vergleich von Reinzucht-, Inzucht- und Rückkreuzungstieren in der Anzahl der Tiere mit bzw. ohne Kreuzbiß durchgeführt (Tab. 24). Es ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Zuchtmethoden in der Ausprägung dieses Merkmals.

Tab. 24: Anzahl der Tiere mit bzw. ohne Kreuzbiß im Vergleich der Reinzucht-, Inzucht- und Rückkreuzungstiere

	Mit Kreuzbiß	Ohne Kreuzbiß
Reinzucht	11	74
Inzucht	1	15
Rückkreuzung	7	23

Innerhalb der Reinzuchttiere wurden bei der Untersuchung der transversalen Okklusionsverhältnisse an den bunodonten Seitenzähnen die in Tabelle 25 folgenden Ergebnisse ermittelt. Die statistische Auswertung erbrachte keine Unterschiede beim Test der einzelnen Zuchtgruppen gegeneinander.

Tab. 25: Vergleich der Kreuzbißhäufigkeit zwischen den Zuchtgruppen

ZG	Mit Kreuzbiß	Ohne Kreuzbiß
I	2	16
II	4	16
III	2	11
IV	1	8
V	1	20

4.2.2 Vertikale Okklusionsbeziehungen

Innerhalb der untersuchten Population des Berliner Miniaturschweines wurde in keinem Fall eine abweichende vertikale Okklusion im Frontzahnggebiet festgestellt. Im Seitenzahnggebiet tritt in zwei Fällen eine vertikale Verkürzung eines jeweils einzelnen Zahnes auf. Beide Verkürzungen wurden am vierten Prämolaren im Oberkiefer je einmal links bzw. rechts beobachtet. Es handelt sich um über 20 Monate alte Tiere. Bei Schädel Nr. A86 (Abb. 29) liegt ein Engstand vor, aufgrunddessen der P4 die Okklusions-ebene nicht erreicht. Bei Schädel Nr. A138 (Abb. 30, 31) ist der P4 distal gedreht und mesial gekippt, und wird außerdem von einem persistierenden Milchzahn behindert. Bei beiden Tieren handelt es sich um Zuchtsauen, deren untersuchte Nachkommen aber keine abweichenden vertikalen Okklusionsbeziehungen aufweisen.

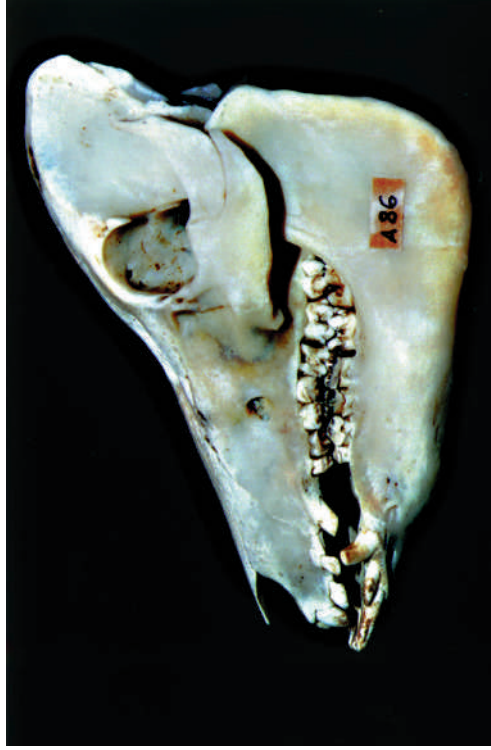


Abb. 29: Engstand und vertikale Verkürzung des oberen P4 links, Nr. A86, 40 Monate

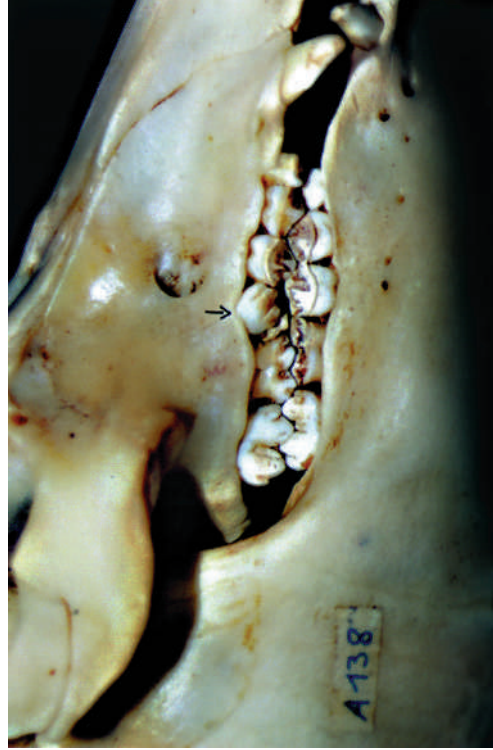


Abb. 30: Distaldrehung und Mesialklippung des P4 OK rechts mit vertikaler Verkürzung, Nr. A138, 24 Monate



Abb. 31: Schädel wie Abbildung 30, okklusale Seite, persistierender Milchzahn

4.2.3 Sagittale Okklusionsbeziehungen

4.2.3.1 Darstellung der sagittalen Okklusionsbeziehungen in den Altersgruppen

Bei den Schädeln der einen Tag alten Tiere wurde aufgrund des Gebißstatus keine Okklusionsbeziehung bestimmt. Es wurde lediglich beobachtet, daß sich bei allen Schädeln dieselbe Altersgruppe die oberen dritten Milchschnitzähne und die unteren Milcheckzähne in Kontakt befinden (Abb. 32).

In der Altersgruppe des ersten Lebensmonats okkludieren im Frontzahnbereich 80 Prozent der Schädel normal. In zwei Fällen wurde Kopfbiß und einmal eine progne Verzahnung ermittelt. Im Eckzahnbereich ist bei 55 Prozent der Schädel der Milcheckzahn beidseitig mesial verzahnt. Eine mesiale Verschiebung auf beiden Seiten von $\frac{1}{4}$ Zahnbreite weist ein Schädel auf. In drei Fällen wurde eine normale Verzahnung der Eckzähne festgestellt. Im Seitenzahngebiet wurden in dieser Altersgruppe keine anomalen Okklusionen gefunden.

Die Schädel von Tieren des zweiten Lebensmonats weisen eine normale Okklusion in der Front zu 80 Prozent auf. Je einmal tritt progne Verzahnung sowie Kopfbiß auf. Im Bereich der Milcheckzähne wurde bei vier Schädeln beidseitig eine neutrale Verzahnung festgestellt. Drei Schädel zeigen beidseitigen Mesialbiß um $\frac{1}{2}$ Zahnbreite, die restlichen einseitige mesiale bzw. neutrale Verzahnung. In dieser Altersgruppe tritt ausschließlich Neutralbiß im Seitenzahngebiet auf.

Bei den Schädeln drei Monate alter Tiere konnte im Frontzahnbereich, neben je einem Kopfbiß und progner Verzahnung, Normalokklusion festgestellt werden. Im Eckzahnbereich tritt bei der Hälfte der Schädel eine normale Verzahnung auf. Vier Schädel sind beidseitig mesial um $\frac{1}{2}$ Zahnbreite verzahnt und zwei einseitig neutral bzw. mesial. Im Seitenzahngebiet konnte keine anomale Stellung der Zähne ermittelt werden.

In der Altersgruppe vierter Lebensmonat wurde im Frontzahngebiet bei 44 Prozent der Schädel eine normale Stellung der Schneidezähne zueinander beobachtet. 36 Prozent zeigen progne Verzahnung und in vier Fällen tritt Kopfbiß auf. In dieser Altersgruppe wurde bei einem Schädel eine Progenie festgestellt. Im Eckzahngebiet weist die Hälfte der Schädel normale Verzahnungen auf. Sieben Schädel okkludieren beidseitig mesial, davon beträgt in einem Fall die mesiale Verschiebung $\frac{1}{4}$ Zahnbreite. Bei fünf Schädeln tritt eine einseitig neutrale bzw. mesiale Verzahnung mit Verschiebung um $\frac{1}{2}$ Zahnbreite auf. Im Seitenzahngebiet gibt es keinen Schädel mit abweichenden Okklusionsverhältnissen.

Bei den 6,5 Monate alten Tieren zeigt sich im Frontzahngebiet bei 30 Prozent der Schädel ein Neutralbiß. 55 Prozent weisen eine progne Verzahnung auf und bei drei Schä-

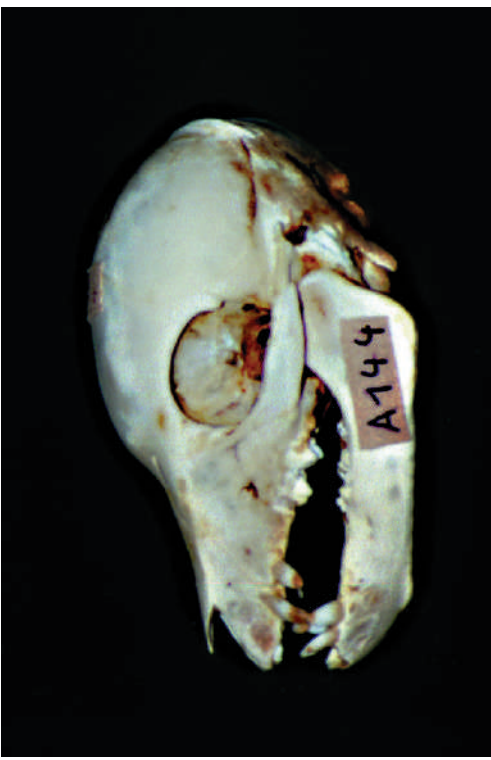


Abb. 32: Schädel eines einen Tag alten Tieres, Nr. A144



Abb. 33: Schädel eines einen Monat alten Tieres (Nr. A75) mit Kopfbiß in der Front, Mesialverschiebung um $\frac{1}{2}$ Zahnbreite im Eckzahngebiet und Neutralokklusion im Seitenzahngebiet

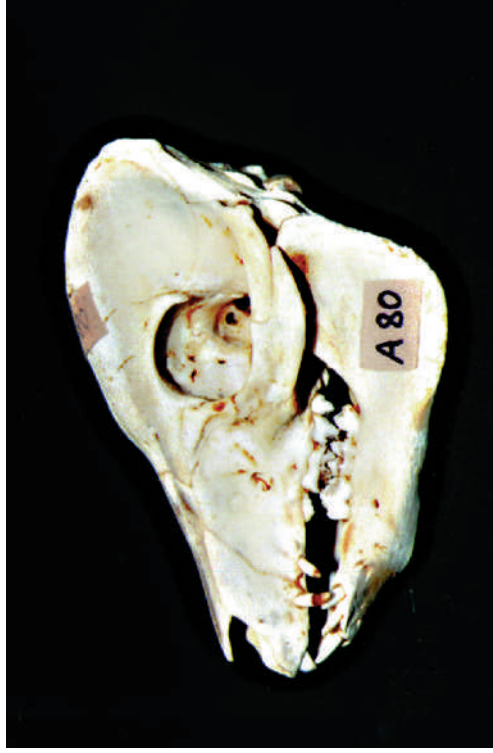


Abb. 34: Schädel eines zwei Monate alten Tieres (Nr. A80) mit Normalbiß in der Front, Mesialverschiebung um $\frac{1}{2}$ Zahnbreite an den Eckzähnen und Neutralokklusion im Seitenzahngebiet

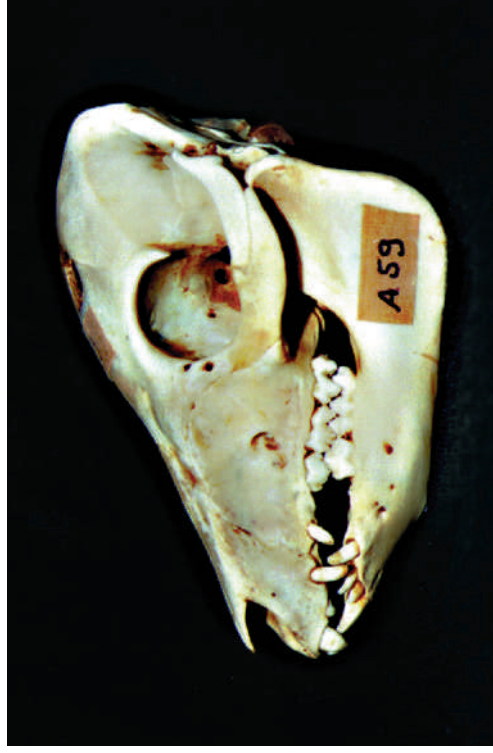


Abb. 35: Drei Monate altes Miniaturschwein (Nr. A59) mit neutraler Verzahnung im Front-, Eck- und Seitenzahngebiet

dehn wurde Kopfbiß gefunden. Im Eckzahnbereich ist die Hälfte der Schädel beidseits neutral verzahnt. Drei Schädel weisen eine einseitig mesiale bzw. neutrale Okklusion auf. Bei einem Schädel dieser Altersgruppe tritt einseitig eine Mesialokklusion um $\frac{1}{4}$ Zahnbreite auf. In dieser Altersgruppe ist in jedem Fall im Seitenzahngebiet eine Normalokklusion festgestellt worden.

In der Altersgruppe 7,5 Monate sind in der Front zwei Drittel der Schädel progen verzahnt, ein Drittel weist Normalbiß auf. Es liegt in keinem Fall Kopfbiß vor. Im Bereich der Eckzähne sind 35 Prozent der Schädel beidseitig neutral verzahnt. In drei Fällen tritt eine einseitig mesiale Verschiebung um $\frac{1}{2}$ Zahnbreite und Neutralbiß auf der jeweils anderen Seite auf. Bei den anderen Schädeln wurde eine beidseitig mesiale Verzahnung, davon in einem Fall einseitig um $\frac{1}{4}$ Zahnbreite festgestellt. Alle Schädel zeigen im Seitenzahngebiet eine Neutralokklusion.

Bei den zehn Monate alten Tieren tritt im Frontzahngebiet bei zwei Schädeln eine normale Verzahnung auf. 62 Prozent der Schädel zeigen progene Verzahnung und bei vier Schädeln wurde Kopfbiß festgestellt. Im Bereich der Eckzähne sind 43 Prozent der Schädel beidseitig mesial verzahnt. Ein Schädel weist eine beidseitige und ein weiterer eine einseitige mesiale Verzahnung um $\frac{1}{4}$ Zahnbreite auf. Bei drei Schädeln wurde eine Normalokklusion beidseits und bei vier Schädeln einseitig mit einer mesialen Verzahnung um $\frac{1}{2}$ Zahnbreite auf der anderen Seite festgestellt. Im Seitenzahngebiet wurden in dieser Altersgruppe keine anomalen Okklusionsverhältnisse ermittelt.

In der Altersgruppe der 14 Monate alten Tiere konnte im Bereich der Frontzähne keine normale Okklusion beobachtet werden. Es kommt zu 78 Prozent eine progene Verzahnung und in zwei Fällen Kopfbiß vor. Die Eckzähne stehen bei der Hälfte der Schädel beidseitig mesial mit einer Verschiebung um $\frac{1}{2}$ Zahnbreite. Zwei Schädel zeigen eine normale Verzahnung und in einem Fall wurde eine jeweils einseitige neutrale bzw. mesiale Verzahnung gefunden. Ein Schädel dieser Altersgruppe weist eine distale Verzahnung im Eckzahnbereich um $\frac{1}{2}$ Zahnbreite auf. Im Seitenzahngebiet okkludieren die Zähne in allen Fällen neutral.

In der Gruppe der 20 Monate alten und älteren Tiere tritt in der Front keine normale Okklusion auf. 85 Prozent der Schädel sind progen verzahnt; in zwei Fällen wurde Kopfbiß festgestellt. Im Bereich der Eckzähne zeigen 38 Prozent der Schädel neutrale Okklusionsverhältnisse. In drei Fällen sind die Eckzähne jeweils einseitig neutral bzw. mesial um $\frac{1}{2}$ Zahnbreite verzahnt. Von den fünf beidseits mesial verzahnten Schädeln beträgt die Verschiebung in einem Fall $\frac{1}{4}$ Zahnbreite. Im Seitenzahngebiet tritt je einmal beidseitig bzw. einseitig Mesialbiß auf. Alle anderen Schädel sind in diesem Bereich neutral verzahnt.



Abb. 36: Vier Monate altes Inzuchtter (Nr. A117, F = 0,250) mit Progenie in der Front, $m\frac{1}{2}$ an den Eckzähnen und Neutralbiß an den Seitenzähnen

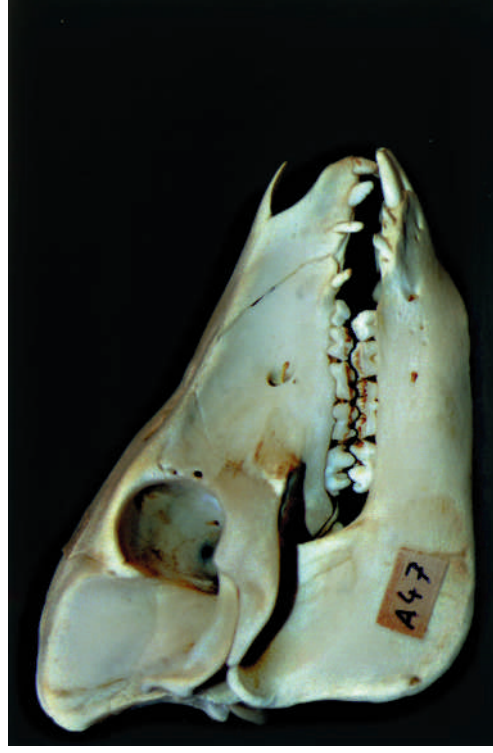


Abb. 37: Schädel eines 6,5 Monate alten Tieres (Nr. A47) mit progner Verzahnung in der Front und Neutralokklusion im Eck- und Seitenzahnbereich



Abb. 38: 7,5 Monate altes Tier (Nr. A35) mit progner Verzahnung in der Front, $m^{1/2}$ im Eckzahnbereich und Neutralokklusion im Seitenzahngebiet

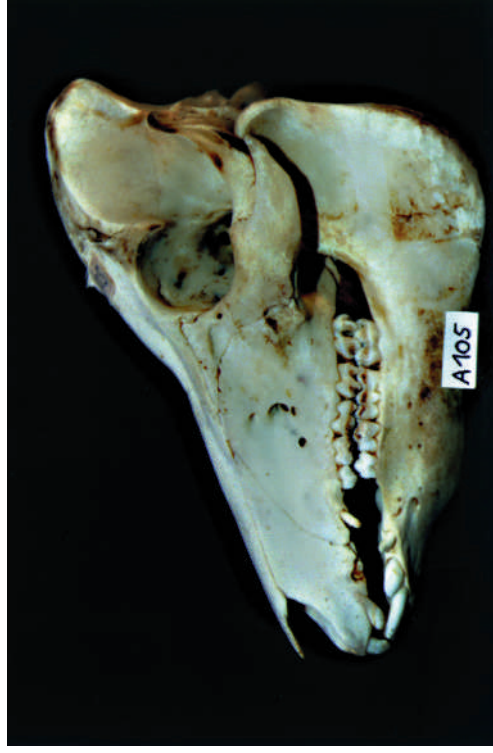


Abb. 39: Zehn Monate altes Miniaturschwein (Nr. A105) mit neutraler Verzahnung im Front-, Eck- und Seitenzahngebiet

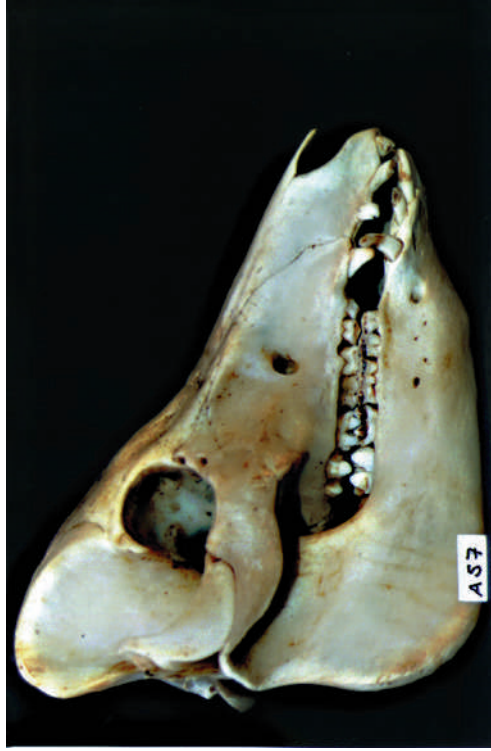


Abb. 40: 14 Monate altes Tier (Nr. A57) mit Kopfbiß in der Front, Distalverschlebung um $\frac{1}{2}$ Zahnbreite an den Eckzähnen und Neutralokklusion im Seitzahngebiet



Abb. 41: Schädel eines 20 Monate alten Tieres (Nr. A25) mit progener Verzahnung in der Front, $m\frac{1}{2}$ im Eckzahnbereich und Mesialokklusion im Seitzahngebiet

4.2.3.2 Sagittale Okklusionsbeziehungen im Frontzahnggebiet

Bei der Untersuchung der sagittalen Okklusionsverhältnisse bei 133 Schädeln in der Front konnten Normalverzahnung, Kopfbiß, progene Verzahnung und Progenie festgestellt werden. Dabei tritt eine progene Verzahnung innerhalb der Population häufiger als ein Normalbiß auf. Nach Betrachtung von Tabelle 26 wird ersichtlich, daß der Anteil an normalen Verzahnungen in der Front mit zunehmendem Alter abnimmt bzw. bei über 14 Monate alten Tieren kein Normalbiß in der Front beobachtet werden konnte. Dagegen erhöht sich der Anteil progener Verzahnungen mit zunehmendem Alter. Bei einer Gegenüberstellung des Anteils von Normalbissen zu anomalen Bißverhältnissen (Kopfbiß, progene Verzahnung, Progenie) in drei Alterskategorien (1 - 4, 6,5 - 10 sowie über 14 Monate) ließ sich diese Altersabhängigkeit auch statistisch sichern. Kopfbiß wurde bei den untersuchten Schädeln 21mal (14,8%) ermittelt. Innerhalb der Altersgruppen trat diese Okklusion aber in unterschiedlicher Anzahl auf. Eine Progenie, also das Vorstehen des Unterkiefers gegenüber dem Oberkiefer, ist bei einem Schädel eines vier Monate alten ingezüchteten Tieres mit einem Inzuchtkoeffizienten von $F = 0,250$ zu sehen (Abb. 37).

Tab. 26: Verteilung (absolut und relativ) verschiedener Okklusionsbeziehungen im Frontzahnbereich innerhalb der Altersgruppen (n = 133)

Altersgruppe	Normalbiß		Kopfbiß		Prog. Verzahnung		Progenie	
	n	%	n	%	n	%	n	%
1	7	70	2	20	1	10	-	-
2	8	80	1	10	1	10	-	-
3	10	83	1	8	1	8	-	-
4	11	44	4	16	9	36	1	4
6,5	6	30	3	15	11	55	-	-
7,5	6	33	-	-	12	67	-	-
10	2	12	4	25	10	62	-	-
14	-	-	2	22	7	78	-	-
20	-	-	2	15	11	85	-	-
Gesamt	50	38	19	14	63	47	1	1

Die Ausprägung der sagittalen Frontzahnokklusion zwischen 6,5 bis zehn Monate alten männlichen und weiblichen Miniaturschweinen (Tab. 27) zeigte keinen statistisch gesicherten Unterschied.

Tab. 27: Vergleich der sagittalen Okklusionsbeziehungen in der Front zwischen männlichen und weiblichen Tieren der Alterskategorie 6,5 bis zehn Monate

Normalbiß		Kopfbiß		Progene Verzahnung	
männlich	weiblich	männlich	weiblich	männlich	weiblich
8	6	2	5	16	16

Ein Vergleich zwischen ein bis vier Monate alten Rein- und Inzuchttieren ergab keinen statistisch gesicherten Unterschied in der Ausprägung der sagittalen Frontzahnbeziehung.

Die Gegenüberstellung vier Monate alter Reinzuchttiere und Inzuchtminiaturschweinen verschiedenen Inzuchtgrades erbrachte die in Tabelle 28 dargestellten Werte. So zeigen die Inzuchttiere einen geringeren Anteil an Normalbissen in der Front gegenüber den Reinzuchtminiaturschweinen. Bei einem Vergleich der Inzuchttiere verschiedenen Inzuchtgrades konnte festgestellt werden, daß bei den Schädeln von Tieren mit einem Inzuchtgrad von $F = 0,125$ die verschiedenen Okklusionsformen annähernd so häufig auftreten, wie bei den Reinzuchttieren, dagegen aber bei den Tieren mit einem Inzuchtgrad von $F = 0,250$ keine normalen Verzahnungen vorkommen.

Tab. 28: Absolute und relative Häufigkeit des Auftretens verschiedener Okklusionsformen in der Front bei vier Monate alten Rein- und Inzuchttieren insgesamt sowie verschiedener Inzuchtgrade

Okklusion	Reinzucht		gesamt				Inzucht			
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Normalbiß	7	54	4	33	4	57	–	–	–	–
Kopfbiß	3	23	1	8	1	14	–	–	–	–
Prog. Verzahnung.	3	23	6	50	2	29	4	80		
Progenie	–	–	1	8	–	–	1	20		

Der Chi-Quadrat- Test bei 6,5 bis zehn Monate alten Reinzucht- und Rückkreuzungs-
 tieren zeigte, daß zwischen diesen beiden Zuchtmethoden kein Unterschied in der
 Ausprägung der sagittalen Frontzahnokklusion besteht. Der Berechnung lagen die in
 Tabelle 29 folgenden Werte zugrunde.

Tab. 29: Vergleich 6,5 bis zehn Monate alter Reinzucht- und Rückkreuzungstiere in
 der Ausprägung der sagittalen Frontzahnbeziehung

Alters- gruppe	Normale Verzahnung		Abweichende Verzahnung ¹	
	Reinzucht	Rückkreuzung	Reinzucht	Rückkreuzung
6,5	5	1	8	6
7,5	3	3	4	7
10	2	-	9	5
Gesamt	10	4	21	18

¹ umfaßt Kopfbiß sowie progene Verzahnung

Einige Ebernachkommengruppen wurden gegeneinander getestet. Aufgrund der Alters-
 abhängigkeit erfolgte ein Vergleich an Nachkommen desselben Altersabschnittes. Von
 zwei Ebern (Nr. 88, Nr. 254), deren Nachkommen untersucht wurden, waren außerdem die
 Schädel vorhanden, so daß die Ausprägung dieses Merkmals beim Vater tier bekannt war.
 Einer dieser Eber wies Kopfbiß (Nr. 88), der andere eine progene Verzahnung (Nr. 254) auf.
 In Tabelle 30 ist die Anzahl der Nachkommen mit den jeweiligen sagittalen Frontzahnbe-
 ziehungen dargestellt. Die statistische Auswertung ergab keinen signifikanten Unter-
 schied zwischen den Nachkommen beider Eber, obwohl die Nachkommen des Ebers Nr.
 88 (Kopfbiß) einen deutlich geringeren Anteil an progenen Verzahnungen aufweisen.

Tab. 30: Untersuchung der Nachkommen der Eber Nr. 88 und Nr. 254 auf sagittale
 Frontzahnbeziehungen

Okklusion	Eber Nr. 88		Eber Nr. 254	
	n	%	n	%
Normalbiß	5	38	3	15
Kopfbiß	5	38	-	-
Prog. Verzahnng.	3	23	17	85

Weiterhin wurden die Nachkommen des gleichen Altersabschnittes der Eber Nr. 441, Nr. 375 und Nr. 395 jeweils gegeneinander getestet, wobei sich aber keine signifikanten Unterschiede in der Ausprägung der sagittalen Frontzahnokklusion bei den Nachkommen zeigte.

4.2.3.3 Darstellung der sagittalen Okklusionsbeziehungen im Bereich der Eckzähne

Im Bereich der Eckzähne wurden bei 130 in die Untersuchungen einbezogenen Schädeln verschiedene Verzahnungsmöglichkeiten beobachtet. Es treten neutrale Okklusionen beidseitig (n-n), einseitig neutrale bzw. mesiale Verzahnungen mit Verschiebung um $\frac{1}{2}$ Zahnbreite (n-m' $\frac{1}{2}$), beidseitig mesiale Verschiebungen um $\frac{1}{2}$ bzw. $\frac{1}{1}$ Zahnbreite (m' $\frac{1}{2}$ -m' $\frac{1}{2}$ bzw. m' $\frac{1}{1}$ -m' $\frac{1}{1}$), mesiale Verschiebungen je einseitig um $\frac{1}{2}$ bzw. $\frac{1}{1}$ Zahnbreite (m' $\frac{1}{2}$ -m' $\frac{1}{1}$) sowie eine beidseitige distale Verschiebung um $\frac{1}{2}$ Zahnbreite (d' $\frac{1}{2}$ -d' $\frac{1}{2}$) auf. Die zahlenmäßige Verteilung in den Altersgruppen bezogen auf die eben genannten, in der untersuchten Population auftretenden Variationen der Verzahnung, ist in Tabelle 31 dargestellt.

Innerhalb der untersuchten Population zeigte sich die Ausprägung von beidseitig neutralen Verzahnungen am häufigsten (40%). Beidseitig mesiale Verschiebungen um $\frac{1}{2}$ Zahnbreite traten in etwas geringerem Umfang (34%) auf. Einseitig neutrale bzw. mesiale Verzahnungen mit einer Verschiebung um $\frac{1}{2}$ Zahnbreite waren mit 20 Prozent vertreten. Dabei ist die Häufigkeit des Auftretens dieser drei Verzahnungsmöglichkeiten innerhalb der Altersgruppen unterschiedlich und zeigt außer bei den einen Tag bzw. einen Monat alten Tieren keine eindeutige Tendenz zu einer Verzahnungsmöglichkeit. Es besteht keine Altersabhängigkeit. Eine einseitige Verschiebung um $\frac{1}{2}$ Zahnbreite tritt zu 82 Prozent auf der linken Seite auf. Alle anderen vorkommenden Verzahnungsmöglichkeiten im Eckzahnbereich sind nur in einem geringen Umfang ausgeprägt.

Tab. 31: Absolute und relative Häufigkeit verschiedener Verzahnungen im Eckzahnbereich innerhalb der Altersgruppen

AG	n-n		n-m ^{1/2}		m ^{1/2} -m ^{1/2}		m ^{1/2} -m ^{1/1}		m ^{1/1} -m ^{1/1}		d ^{1/2} -d ^{1/2}	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
1	3	33	-	-	5	55	-	-	1	12	-	-
2	4	40	3	30	3	30	-	-	-	-	-	-
3	6	50	2	17	4	33	-	-	-	-	-	-
4	13	52	5	20	6	24	-	-	1	4	-	-
6,5	10	50	3	15	6	30	1	5	-	-	-	-
7,5	6	35	5	29	5	29	1	7	-	-	-	-
10	3	18	4	25	7	43	1	7	1	7	-	-
14	2	25	1	12	4	50	-	-	-	-	1	13
20	5	38	3	23	4	30	-	-	1	9	-	-
Ges.	52	40	26	20	44	34	3	2	4	3	1	1

Der Vergleich männlicher und weiblicher Rein- und Inzuchtminiaturschweine in der Ausprägung der sagittalen Okklusion der Eckzähne erbrachte die in Tabelle 32 sichtbaren Ergebnisse.

Tab. 32: Anzahl männlicher bzw. weiblicher Tiere mit verschiedenen sagittalen Okklusionsbeziehungen im Eckzahnbereich

n-n		n-m ^{1/2}		m ^{1/2} -m ^{1/2}		m ^{1/2} -m ^{1/1}		m ^{1/1} -m ^{1/1}		d ^{1/2} -d ^{1/2}	
m	w	m	w	m	w	m	w	m	w	m	w
24	15	10	8	16	17	-	-	-	3	-	-

Die Häufigkeit des Auftretens der verschiedenen Okklusionsbeziehungen im Bereich der Eckzähne wurde innerhalb der Reinzucht-, Inzucht- und Rückkreuzungstiere untersucht. Die Ergebnisse sind in Tabelle 33 dargestellt. Daraus wird ersichtlich, daß der prozentuale Anteil der drei am häufigsten auftretenden Verzahnungen, also beidseitig neutral bzw. mesial um ¹/₂ Zahnbreite, sowie je einseitig neutral und mesial um ¹/₂ Zahnbreite, bei den Reinzuchtminiaturschweinen nicht wesentlich vom Wert der Gesamtpopulation abweicht. Die Inzuchttiere weisen dagegen einen höheren Anteil an beidseitigen mesialen Ver-

schiebungen um $\frac{1}{2}$ Zahnbreite und einen etwas geringeren Anteil an je einseitig neutralen bzw. mesialen Verzahnungen gegenüber der Gesamtpopulation auf.

Die Rückkreuzungstiere liegen bei den drei häufigsten Verzahnungsarten jeweils etwas unter den Werten der Gesamtpopulation, wogegen ein verstärktes Vorkommen von ein- bzw. beidseitigen mesialen Verschiebungen um $\frac{1}{1}$ Zahnbreite sichtbar wird. Außerdem wurde ein Distalbiß beidseits um $\frac{1}{2}$ Zahnbreite bei einem Tier der ersten Rückkreuzungsgeneration festgestellt.

Die Verzahnung der Eckzähne der Reinzucht- und Rückkreuzungstiere erwies sich als signifikant unterschiedlich. Dabei wurden n-n, n-m $\frac{1}{2}$ und m $\frac{1}{2}$ -m $\frac{1}{2}$ mit m $\frac{1}{2}$ -m $\frac{1}{1}$, m $\frac{1}{1}$ -m $\frac{1}{1}$ und d $\frac{1}{2}$ -d $\frac{1}{2}$ verglichen.

Tab. 33: Absolute und relative Anzahl von Reinzucht-, Inzucht- und Rückkreuzungstieren mit verschiedenen Verzahnungsmöglichkeiten im Eckzahnbereich

Verzahnungsmöglichkeit	Reinzucht		Inzucht		Rückkreuzung	
	n	%	n	%	n	%
n-n	36	40	7	37	11	37
n-m $\frac{1}{2}$	20	22	3	16	5	17
m $\frac{1}{2}$ -m $\frac{1}{2}$	30	34	8	42	9	30
m $\frac{1}{2}$ -m $\frac{1}{1}$	1	1	-	-	3	10
m $\frac{1}{1}$ -m $\frac{1}{1}$	2	2	1	5	1	3
d $\frac{1}{2}$ -d $\frac{1}{2}$	-	-	-	-	1	3

Eine Betrachtung der fünf Zuchtgruppen innerhalb der Reinzuchttiere ergab die in Tabelle 34 dargestellten Ergebnisse. Dabei werden teilweise stark vom Durchschnitt der Reinzuchttiere abweichende Anteile der drei am häufigsten vorkommenden Verzahnungsmöglichkeiten im Eckzahnbereich sichtbar.

Tab. 34: Absolute und relative Häufigkeit verschiedener Verzahnungen im Eckzahnbereich innerhalb der fünf Zuchtgruppen

ZG	n-n n %	n-m ^{1/2} n %	m ^{1/2} -m ^{1/2} n %	m ^{1/2} -m ^{1/1} n %	m ^{1/1} -m ^{1/1} n %
I	10 56	1 6	6 33	-	1 6
II	11 50	4 18	7 32	-	-
III	3 23	9 70	1 8	-	-
IV	4 44	1 11	3 33	1 11	-
V	6 30	5 25	9 45	-	-

Auch die Untersuchung der Nachkommen der verschiedenen Eber im Hinblick auf Verzahnungen im Eckzahnbereich (Tab. 35), zeigte zum Teil ziemlich erheblich vom Wert der Reinzuchttiere differierende Ausprägungen von beidseits neutralen bzw. mesialen und je einseitig neutralen und mesialen Verzahnungen. Besonders auffallend ist, daß die Nachkommen von Eber Nr. 376 keine beidseitig neutralen Okklusionen aufweisen und verstärkt mesiale Verschiebungen um ¹/₁ Zahnbreite auftreten. Die Nachkommen dieses Ebers sind größtenteils Rückkreuzungstiere, was auch bei den Nachkommen von Eber Nr. 234 ausschließlich der Fall ist.

Tab. 35: Absoluter und relativer Anteil verschiedener Verzahnungen im Eckzahnbereich von Nachkommen mehrerer Eber

Eber Nr.	n-n n %	n-m ^{1/2} n %	m ^{1/2} -m ^{1/2} n %	m ^{1/2} -m ^{1/1} n %	m ^{1/1} -m ^{1/1} n %	d ^{1/2} -d ^{1/2} n %
88	9 50	4 20	6 30	-	-	-
254	5 25	6 30	8 40	1 5	-	-
441	5 38	2 15	6 46	-	-	-
234	5 50	1 10	2 20	1 10	-	1 10
375	8 42	6 32	5 26	-	-	-
395	14 52	4 15	8 30	-	1 4	-
376	-	1 9	6 54	2 18	2 18	-

4.2.3.4 Sagittale Okklusionsbeziehungen im Seitenzahngebiet

Bei der Untersuchung der Okklusionsbeziehungen im Seitenzahngebiet wurden neutrale und mesiale Verzahnungen festgestellt. Bei 142 in diesem Bereich untersuchten Schädeln tritt in zwei Fällen eine mesiale Okklusion auf. Alle anderen Schädel sind im Seitenzahngebiet neutral verzahnt. Beide Schädel mit einer Mesialverschiebung um $\frac{1}{2}$ Molarenbreite, die je einmal beidseitig (Schädel Nr. A25, Abb. 41) bzw. einseitig rechts (Schädel Nr. A86) auftritt, stammen von über 20 Monate alten Zuchtsauen. Alle der jeweils sieben untersuchten Nachkommen dieser beiden Sauen sind im Seitenzahngebiet neutral verzahnt.

5 Diskussion

Für die Nutzung des Schweines als Modelltier in der zahnmedizinischen Forschung sind gebißbezügliche Daten unerlässlich. Die Literaturübersicht hat ergeben, daß viele Angaben zur Gebißentwicklung und zur Okklusion nicht eindeutig definiert und somit als Basismaterial für spezielle zahnmedizinische Versuche nur bedingt zu verwenden sind.

Im Folgenden werden die vorhandenen gebißbezüglichen Erkenntnisse im Zusammenhang mit den in dieser Untersuchung gewonnenen Ergebnissen diskutiert. Dabei sollen sowohl allgemeine Befunde über das Schweinegebiß systematisch dargestellt als auch rassenspezifisch besprochen werden.

5.1 Dentition

Die Definition des Begriffes „Zahndurchbruch“ ist für die Wertung und Nutzung der gewonnenen Zeitangaben sowie für einen Vergleich zwischen den verschiedenen Schweinerassen erforderlich. Dabei umfaßt diese Definition Aussagen dazu, mit welcher Methode und zu welchem Abschnitt des Durchbruchgeschehens die Zeitangaben gewonnen wurden. Die Tiere sollten auch bekannter Herkunft und bekannten Alters sein.

Die in dieser Arbeit vorgenommene Untersuchung des Zahndurchbruchs am Schädel ermöglichte eine ausführliche Betrachtung dieser Entwicklung. Nach der Gliederung des Zahndurchbruchs in drei Phasen (s. Abschn. 3.2.1) wurde mit diesem Begriff der Zeitraum vom Sichtbarwerden der okklusalen Fläche der Krone im Alveolarfortsatz bis zum vollständigen Heraustreten des freien Teils des Zahnes erfaßt. Die Betrachtung der Altersgruppen ermöglichte eine Erfassung der Variation der Durchbruchzeiten.

Die Untersuchungen in der Population des Berliner Miniaturschweines ergaben, daß sich das Durchbruchgeschehen bei den einzelnen Zähen über unterschiedliche Zeiträume (sowohl einen als auch mehrere Monate) erstreckt. Dabei wird, wie auch von STUBBE (1993b) bestätigt, die Zeitspanne bis zum Abschluß dieses Prozesses, d.h. bis zum Erreichen der Okklusionsebene, innerhalb der Population um so größer, je später ein Zahn wächst oder wechselt. Das bedeutet, daß eine zum Durchbruch angegebene Zeitspanne genau definiert werden muß. Innerhalb der untersuchten Tie-

re umfaßt sie meist den frühesten und spätesten Zeitpunkt des Durchbruchs. Es sollte damit aber nicht der Durchbruch der gleichnamigen Antagonisten im Ober- und Unterkiefer dargestellt werden, da festgestellt werden konnte, daß die gleichnamigen Antagonisten zu verschiedenen Zeitpunkten durchbrechen und zwischen den Zähnen Unterschiede darin bestehen, ob der Zahn im Ober- oder Unterkiefer zuerst durchbricht.

Ein Vergleich der beim Berliner Miniaturschwein ermittelten Zeitangaben zum Zahndurchbruch wurde aufgrund der unter Abschnitt 2.4 genannten methodischen Unterschiede nur mit den Daten von TONGE und Mc CANCE (1973) vorgenommen.

Die Reihenfolge des Durchbruchs der einzelnen Zähne im Milch- und Dauergebiß beim Berliner Miniaturschwein verlief im wesentlichen übereinstimmend mit den Aussagen in der Literatur. Im Folgenden werden die Ergebnisse vom Berliner Miniaturschwein mit den in Abschnitt 2.4 angeführten und weiteren in der Literatur bekannten Autoren verglichen. Unter den letztgenannten befinden sich sowohl Angaben zu bestimmten Rassen, wie Vietnamesisches Hängebauchschwein (OTTO, 1976) als auch allgemeine Angaben zum Schwein (NEHRING, 1888; BUTZ, 1935; SISSON u. GROSSMAN, 1953; RIPKE, 1964; MILES u. GRIGSON, 1990).

Im Falle von Id3 und Cd ergaben sich beim Berliner Miniaturschwein nur Abweichungen zu den Angaben von BECKER (1970), (s. Tab. 1).

Im Seitenzahnggebiet befinden sich beim Berliner Miniaturschwein in Übereinstimmung mit NEHRING (1888), ENGELBERG (1917), JUMP und WEAVER (1965) und OTTO (1976) zuerst Pd3 des Oberkiefers und Pd4 des Unterkiefers in Okklusion. Danach erreichen der untere Pd3 und der obere Pd4 die Okklusionsebene.

Ein zeitlich versetzter Durchbruch der Pd2 (OK vor UK) beim Berliner Miniaturschwein wird nur von JUMP und WEAVER (1965), BECKER (1970) sowie von OTTO (1976) bestätigt, wobei bei BECKER (1970) der untere zweite Milchprämolare vor dem oberen die Okklusionsebene erreicht.

Bemerkenswert ist die Tatsache, daß beim Berliner Miniaturschwein alle drei Milchprämolaren bereits am ersten Lebenstag in der Alveole sichtbar sind, dann aber mit großem zeitlichem Abstand zur Okklusion kommen.

Ein zeitlich versetzter Durchbruch des ersten Milchschnidezahnes im Unter- und Oberkiefer wurde übereinstimmend mit ENGELBERG (1917), JUMP und WEAVER (1965) und OTTO (1976) festgestellt.

Der zweite Milchschnidezahn, der im Gesamtgeschehen als letzter Zahn des Milchgebisses zur Okklusion kommt, erreicht ebenfalls zuerst im Unter- und dann im Ober-

kiefer die Okklusionsebene, was aus allen Angaben in der Literatur hervorgeht. Außerdem wird bei allen Autoren ersichtlich, daß ein größerer zeitlicher Abstand beim Erreichen der Okklusionsebene bei diesem Zahn zwischen Unter- und Oberkiefer besteht.

Der erste bleibende Zahn, der beim Berliner Miniaturschwein die Okklusionsebene erreicht, ist M1. Verschiedene Durchbruchzeiten für den M1 im Ober- und Unterkiefer wie beim Berliner Miniaturschwein werden von anderen Autoren nicht angegeben.

Als nächster folgt der erste obere Prämolare. Nach JUMP und WEAVER (1965) bricht P1 im Unterkiefer später durch als im Oberkiefer, was man auch beim Berliner Miniaturschwein anhand der wenigen Zähne annehmen könnte. Auch nach Angaben von RIPKE (1964), JUMP und WEAVER (1965), TONGE und Mc CANCE (1973) sowie OTTO (1976) kommt P1 nach dem ersten Molaren zum Durchbruch.

BUTZ (1935) sowie JUMP und WEAVER (1965) beobachteten im Unterkiefer einen früheren Durchbruch des I3 als im Oberkiefer. Das zeigte sich auch in sehr geringer Ausprägung beim Berliner Miniaturschwein, obwohl der Durchbruch im Oberkiefer eher beginnt als im Unterkiefer.

Aus den Angaben von OTTO (1976) geht hervor, daß der Eckzahn beim vietnamesischen Hängebauschwein später durchbricht als der I3, wie es auch beim Berliner Miniaturschwein beobachtet werden konnte. TONGE und Mc CANCE (1973) geben ein späteres Erreichen der Okklusionsebene für den Eckzahn an, aber aus ihren Angaben geht hervor, daß der Zahn eher kalzifiziert wird, seine Kronenbildung gegenüber I3 eher abgeschlossen ist und der Durchbruch bei C früher beginnt. STUBBE (1993b) beobachtete einen zeitgleichen Beginn des Durchbruchs beider Zähne, aber einen früheren Abschluß des Wechsels von I3 innerhalb der Population. Ein früheres Erreichen der Okklusionsebene des unteren Eckzahnes beim Berliner Miniaturschwein wurde auch von BUTZ (1935), JUMP und WEAVER (1965) bestätigt. Der Durchbruch setzt sich entsprechend den Angaben von NEHRING (1888), JUMP und WEAVER (1965), BECKER (1970), OTTO (1976) bzw. NICKEL et al. (1987) mit M2 und I1 fort. Der zweite Schneidezahn erreicht wie bei RIPKE (1964), JUMP und WEAVER (1965) bzw. MILES und GRIGSON (1990) im Unterkiefer eher als im Oberkiefer die Okklusionsebene.

Nach dem I2 bricht als letzter Zahn des bleibenden Gebisses der dritte Molar durch. Das wird auch durch SISON und GROSSMAN (1953), RIPKE (1964), JUMP und WEAVER (1965), sowie NICKEL et al. (1987) bestätigt. Dabei scheint beim Berliner Miniaturschwein der untere M3 die Okklusionsebene eher zu erreichen als sein Antago-

nist im Oberkiefer, was auch aus den Angaben von JUMP und WEAVER (1965) bzw. MILES und GRIGSON (1990) hervorgeht.

Im allgemeinen treten Differenzen zur Reihenfolge des Durchbruchs zwischen den Ergebnissen des Berliner Miniaturschweines und den Angaben aus der Literatur bei den gleichnamigen Antagonisten sowie bei Zähnen, die sich ungefähr zeitgleich im Durchbruchgeschehen befinden, auf. Die Ursachen für die unterschiedlichen Angaben könnten rassenspezifisch oder auch methodisch bedingt sein.

Anhand der Ergebnisse (s. Abschn. 4.1.1 und Tab. 13) läßt sich die Reihenfolge des Durchbruchs von links nach rechts für die Milch- und Dauerzähne für die untersuchte Population des Berliner Miniaturschweines durch die nachfolgend dargestellten Durchbruchschemata erstellen.

Milchgebiß:

OK	Id3, Cd	Pd3		Id1	Pd4	Pd2		Id2
UK	Id3, Cd		Id1	Pd4	Pd3		Pd2	Id2

Dauergebiß:

OK		M1	P1	I3	C	I1, M2	P2, P3, P4	I2	M3
UK	M1			I3	C	M2	I1	P2, P3, P4	I2
									M3

Ein geschlechtsspezifisches Zahndurchbruchverhalten wurde in zwei Altersgruppen geprüft und ergab einen geringfügig früheren Zahndurchbruch bei den männlichen Tieren. Es wäre zu klären, ob sich dieser Trend in allen Phasen der Entwicklung fortsetzt und damit ein Zusammenhang besteht zwischen dem Geschlecht und dem Zeitpunkt des Durchbruchs, wie er auch beim Menschen vorhanden ist.

Die untersuchten vier Monate alten Inzuchttiere zeigen gegenüber den gleichaltrigen Reinzuchtieren keine Unterschiede im Durchbruchverhalten. In der Literatur gibt es keine Aussagen zu Auswirkungen von Inzucht in Form von Inzuchtdepressionen auf den Zahndurchbruch.

Der Vergleich zwischen 6,5 Monate alten Reinzucht- und Rückkreuzungstieren brachte Hinweise auf einen späteren Zahndurchbruch bei den Reinzuchtieren. Eine Gegenüberstellung der Zeitangaben zum Zahndurchbruch des Berliner Miniaturschweines mit Daten von TONGE und Mc CANCE (1973) von Schweinen der Rasse Large White, die aufgrund der vergleichbaren Methoden möglich wurde, ergab, daß

einige Zähne beim Berliner Miniaturschwein zur selben Zeit durchbrechen, andere wiederum später als beim Large White. In beiden Fällen zeigen die Zähne der Tiere mit einem höheren Körpergewicht (Large White bzw. Rückkreuzungstiere) ein früheres Erreichen der Okklusionsebene. Bei Rindern wurde von CARLES und LAMPKIN (zit. in: NGARWATE, 1984) nachgewiesen, daß Tiere mit einem früheren Zahndurchbruch ein höheres Körpergewicht erreichen. Damit könnte dieser Zusammenhang auch bei Schweinen bestehen.

Abweichungen in der Zahnzahl werden als Anomalien bezeichnet. Zahnunter- oder Zahnüberzahl beeinflussen je nach Anzahl der betroffenen Zähne die Okklusion und können dadurch Situationen schaffen in denen das Kauen erschwert bzw. die Kauleistung eingeschränkt wird.

Deshalb spielt die Methodik der Feststellung von Zahnzahlabweichungen für ihre Wertung eine wesentliche Rolle. Bei Zahnunterzahl ist es wichtig zu wissen, ob der Zahn nicht angelegt, in seiner Entwicklung gestört oder aber frühzeitig ausgefallen ist. Durch röntgenologische Längsschnittuntersuchungen lassen sich die Ursachen einer erhöhten Zahnunterzahl innerhalb einer Population am sichersten bestimmen.

Eine Abweichung von der normalen Zahnzahl wurde beim Berliner Miniaturschwein lediglich als Zahnunterzahl beobachtet. Eine Zahnüberzahl, wie sie z.B. von OTTO und SCHUMACHER (1978) beim vietnamesischen Hängebauschwein an einem bleibenden Eckzahn beobachtet wurde, konnte nicht festgestellt werden.

Eine Zahnunterzahl wurde, wie in Abschnitt 3.2.1 bereits dargestellt, in der untersuchten Population anhand des Sichtbarseins des Zahnes registriert. Es besteht keine Gewissheit darüber, ob der Zahn nicht angelegt, nicht durchgebrochen oder schon ausgefallen ist. Wie bei den von OTTO und SCHUMACHER (1978) untersuchten vietnamesischen Hängebauschweinen einige Zähne in Einzelfällen fehlten, konnte auch in der untersuchten Population des Berliner Miniaturschweines einseitig und einmalig Zahnunterzahl bestimmter Zähne beobachtet werden (s. Abschn. 4.1.4). Es gibt keine Anhaltspunkte für eine Vererbung von Zahnunterzahl innerhalb der verschiedenen Zuchtmethoden bzw. -gruppen sowie der Ebernachkommen. Der methodische Fehler beeinträchtigt in diesem Fall die Ergebnisse nicht.

Von den verschiedenen Autoren wird das Fehlen von Zähnen sowohl als genetisch bedingt, als auch durch Umwelteinflüsse hervorgerufen bezeichnet. STUBBE et al. (1986) sprechen von einer genetischen Bedingtheit der von ihnen in verschiedenen Wildschweinpopulationen festgestellten Zahnunterzahl. Somit müßte bei einer Forde-

rung der Anwender nach einer Modelltierpopulation mit Zahnunterzahl, diese züchterisch in dieser Richtung zu beeinflussen sein.

Eine besondere Betrachtung verdient der erste Prämolare beim Schwein, speziell der Untere. Im Literaturteil wurden bereits ausführlich, zum Teil stark differierende Aussagen zu diesem Zahn, der von allen Autoren im Zusammenhang mit dem Schweinegebiss beschrieben wurde, dargelegt. Bedingt durch seine Stellung innerhalb des Gebisses und seine Form spielt der P1 im Unterkiefer im Kauprozess eine unbedeutende Rolle.

Der P1 im Oberkiefer fehlt in der untersuchten Population deutlich geringer als im Unterkiefer, was auch von RIPKE (1964) erwähnt und beim Vietnamesischen Hängebauchschwein von OTTO und SCHUMACHER (1978) und von STUBBE (1993a) bei Wildschweinen beobachtet wurde. Laut Aussage von RIPKE (1964) ist das Fehlen des unteren ersten Prämolaren rasseabhängig, was durch die Zusammenstellung aus Literaturangaben zum Fehlen von P1 bei verschiedenen Rassen (Tab. 36) deutlich wird. Von NGARWATE (1984) konnten die Rassenunterschiede statistisch hoch gesichert werden. Auffallend ist der sehr hohe Anteil fehlender erster Prämolaren im Unterkiefer beim Berliner Miniaturschwein.

Tab. 36: Anteil fehlender P1 im Unterkiefer bei verschiedenen Rassen

Rasse	Autor	Jahr	Anteil fehlender P1 UK
Deutsche Landrasse	THAVALINGHAM	1983	24,1%
	NGARWATE	1984	24,0%
Pietrain	THAVALINGHAM	1993	5,7%
	NGARWATE	1984	8,0%
DE x DL	NGARWATE und MURARI	1984	31,0%
Belgische Landrasse	NGARWATE und MURARI	1984	56,0%
	MURARI		
Göttinger Miniaturschwein	BODEGOM	1969	90,0%
Vietnamesisches Hängebauchschwein	OTTO und SCHUMACHER	1978	34,0%

Kein Unterschied zeigte sich beim Vergleich der Reinzucht- und Inzuchtvariante des Berliner Miniaturschweines. Nach HORAK (zit. in: WEGNER, 1989) steigert sich durch

Inzuchtpaarung die Häufigkeit von Hypodontien. Da der prozentuale Anteil an fehlenden unteren P1 beim Berliner Miniaturschwein ohnehin sehr hoch ist, ist in diesem Fall ein möglicher Einfluß von Inzucht nicht zu erkennen.

Der Rasseineinfluß wird bei den Rückkreuzungstieren deutlich. Die Kreuzung der Reinzuchtvariante des Berliner Miniaturschweines mit einem Eber der Belgischen Landrasse hat eine Verringerung des Anteils fehlender erster Prämolaren im Unterkiefer zur Folge, was nach Betrachtung der Ausgangswerte beider Rassen erklärlich ist. Durch die Verringerung des Anteils Belgischer Landrasse bei der Rückkreuzung an das Berliner Miniaturschwein nimmt auch der Anteil fehlender erster Prämolaren im Unterkiefer wieder zu.

Angesichts der hohen Rate an fehlenden P1 beim Berliner Miniaturschwein sollte aber auch die These, daß P1 als funktionell wenig bedeutender Zahn von einer Rückbildung betroffen ist, nicht außer Acht gelassen werden. Nach Aussagen von WENZEL (1982) und BOESSNECK (1955) neigen Organe, je bedeutungsloser sie sind, zu mehr Variationen und Rückbildung. Diese These wird bestätigt durch NGARWATE (1984), die eine höhere Variabilität in den Maßen des P1 feststellte.

Die beim Berliner Miniaturschwein auftretenden Hypodontien rufen keine starke Einschränkung des Kauprozesses hervor, so daß diese Anomalien keine wirtschaftliche Rolle spielen.

5.2 Okklusion

In den Ausführungen zum Schweinegebiß in der Literatur erfolgt die Darstellung der Okklusionsbeziehungen nur in sehr begrenztem Umfang. Die genaue Kenntnis der Okklusionsverhältnisse beim Schwein ist aber eine wichtige Voraussetzung für den Einsatz als Modelltier in der Kieferorthopädie. Die in der Literatur vorhandenen und im Literaturteil dargestellten Fakten zu diesem Thema sind als Grundlage für weiterführende Untersuchungen nicht ausreichend.

Im Hinblick auf die Nutzung als Modelltier und für eine umfassende Darstellung der Okklusionsbeziehungen wurden die kieferorthopädischen Diagnostikmethoden unter Beachtung der anatomischen Unterschiede zwischen dem Schweine- und Menschengebiß angewendet. Die Betrachtung der Okklusion erfolgte in drei Ausdehnungen: transversal, vertikal und sagittal. Damit werden die Okklusionsbeziehungen in allen drei möglichen Ebenen erfaßt (s. Abschn. 3.2.2). Soweit es möglich ist, erfolgt ein

Vergleich mit den in der Literatur vorhandenen Aussagen, die teilweise nicht anhand kieferorthopädischer Begriffe erläutert sind.

Die vier im Bereich der sekodonten Seitenzähne beobachteten Okklusionsformen (s. 4.2.1.1) sind in dieser Art und Weise in keiner Literatur zum Schweinegebiß zu finden. Die als Bukkalokklusion bezeichnete transversale Okklusion im Seitenzahngebiet, die am häufigsten beobachtet wurde, ist vergleichbar mit der von BIENIECK und BIENIECK (1993) sowie KOCH und BERG (1990) beschriebenen Situation (s. 2.3). Die sekodonten Seitenzähne berühren sich scherenartig, wobei die Zähne des Oberkiefers bukkal (backenseitig) an den unteren Seitenzähnen vorbeibeißen (vgl. Abb. 13). Allerdings beißen auch bei einer Lingualokklusion die Seitenzähne scherenartig aneinander vorbei, wobei sich die oberen lingual (zungenwärts) der unteren befinden (vgl. Abb. 13).

Bei der ebenfalls auftretenden bukkalen Nonokklusion, bei der sich die sekodonten Seitenzähne nicht berühren, ist eine Scherenwirkung in Frage gestellt. Die fehlende Scherenwirkung könnte sich auf die Futterzerkleinerung auswirken.

Bei einem Kopß im Bereich der sekodonten Seitenzähne, der zweithäufigsten Form beim Berliner Miniaturschwein, treffen die sekodonten Seitenzähne mit ihren Schneidekannten aufeinander und erlangen dadurch nicht die in der Literatur angenommene scherenartige Funktion.

Insgesamt zeigt die Okklusion in der Transversalen im Bereich der sekodonten Seitenzähne eine hohe Variation. Vor allem mit zunehmendem Alter und damit der Erhöhung der Anzahl der sekodonten Zähne im Gebiß nimmt die Vielfalt der beobachteten Formen innerhalb eines Schädels zu. Schädel der über 20 Monate alten Tiere weisen in keinem Fall nur eine Verzahnungsmöglichkeit auf.

Die Bukkalokklusion könnte man aufgrund ihres Anteils innerhalb der Population als Normalokklusion beim Berliner Miniaturschwein ansehen. Die in der Literatur genannte Form der scherenartig funktionierenden Prämolaren bestätigt sich damit. Allerdings trifft das nur für die sekodonten Prämolaren im Milch- und Dauergebiß zu. Somit kann man die Bukkalokklusion als Normalokklusion für das Schweinegebiß allgemein betrachten.

Lingualokklusion und bukkale Nonokklusion treten in verhältnismäßig geringem Umfang auf. Deshalb werden diese beiden Formen als abweichende Okklusion für die untersuchte Population bezeichnet. Im Auftreten von Lingualokklusion und bukkaler Nonokklusion zeigen die Rückkreuzungstiere gegenüber den Reinzuchttieren eine

signifikant geringere Ausprägung. Dieser Unterschied könnte rassenspezifisch sein. An den bunodonten Seitenzähnen wurde beim Berliner Miniaturschwein eine Okklusionsform beobachtet, die nicht einhundertprozentig der Aussage aus der Literatur, daß diese Zähne mit der ganzen Mahlfäche aufeinander treffen, entspricht. Bei der beim Berliner Miniaturschwein ermittelten Form haben die Mahlfächen keinen vollständigen Kontakt. Aufgrund des fast ausschließlichen Vorkommens dieser Form kann man davon ausgehen, daß dies die Normalform beim Berliner Miniaturschwein ist. Ein vollständiges Aufeinandertreffen der Mahlfächen würde dem beim Menschen als abweichende Okklusion bezeichneten Kopßbiß (Abb. 13) entsprechen. Andererseits ist die beim Berliner Miniaturschwein als normal definierte Form nicht mit der beim Menschen vorkommenden Normalokklusion (s. Abb. 13) gleichzusetzen. Inwieweit die beim Berliner Miniaturschwein als Normalokklusion an den bunodonten Seitenzähnen festgestellte Form am Schweinegebiß allgemein auftritt, wäre zu prüfen.

In der untersuchten Population des Berliner Miniaturschweines wurde an den bunodonten Seitenzähnen neben der als Normalokklusion festgestellten Form Kreuzbiß beobachtet. Dieser als abweichende Okklusionsform bezeichnete Kreuzbiß tritt an Einzelzähnen auf, aber nicht an allen bunodonten Zähnen einer Kieferhälfte.

In der untersuchten Population fällt die gehäufte Anzahl von Tieren mit Kreuzbiß bei den über 20 Monate alten Berliner Miniaturschweinen auf. In dieser Altersgruppe bewirkt die verstärkt auftretende Parodontose, daß sich das Zahnfleisch und der Alveolarfortsatz zurückbilden. Dadurch lockern sich die Zähne und werden durch den Kaudruck in eine andere Position gedrängt. Eine mögliche Störung der Okklusion aufgrunddessen würde die Kauleistung beeinflussen.

Die Untersuchung der vertikalen Okklusionsverhältnisse ergab ebenfalls keine schweren Anomalien, so wie sie von OTTO und SCHUMACHER (1978) beim Vietnamesischen Hängebauchschwein ermittelt wurden. Die von den Autoren beobachteten offenen Bisse beeinträchtigen die Nahrungsaufnahme bzw. das Kauen in erheblichem Maße. Dagegen wirken sich die in zwei Fällen beim Berliner Miniaturschwein registrierten Verkürzungen einzelner Zähne sicher nur unwesentlich auf die Futterzerkleinerung aus.

Die Untersuchung der Okklusionsbeziehungen in der Sagittalen erfolgte in der untersuchten Population des Berliner Miniaturschweines gesondert für das Front-, Eck- und Seitenzahnggebiet, da diese Bereiche im Gegensatz zum Menschen durch Lücken voneinander getrennt sind.

Die Bestimmung der sagittalen Okklusionsbeziehungen in der Front nach den beim Menschen geltenden kieferorthopädisch-diagnostischen Regeln wurde nur von OTTO und SCHUMACHER (1978) beim vietnamesischen Hängebauchschwein vorgenommen. Anhand dieser Methoden ließen sich sowohl beim vietnamesischen Hängebauchschwein (OTTO u. SCHUMACHER, 1978) als auch bei den eigenen Untersuchungen am Berliner Miniaturschwein, die beim Menschen auftretenden Formen des Normalbisses, Kopfbisses, progner Verzahnung sowie Progenie (vgl. Abb. 14) feststellen.

Übereinstimmend ergab sich ein Überwiegen von anormalen Okklusionsformen bei beiden Schweinerassen, die Anlaß einer ausführlichen Besprechung ist. Als anomal sind die von der Normokklusion des Menschen (Normalbiß) abweichenden Formen bezeichnet worden. Dieser Normalitätsbegriff ist allerdings auch beim Menschen bei einigen Gebißformen rassenspezifisch. So wird zum Beispiel beim europäischen Gebiß der Kopfbiß in der Front als eine anormale Zahnstellung angesehen, obwohl die Funktion des Gebisses nicht beeinträchtigt ist. Die Gebisse der Afrikaner weisen in einer Vielzahl von Fällen einen Kopfbiß verbunden mit einer bilateralen Protrusion auf. Diese Okklusionsform gilt bei letzteren als normal, während die progne Verzahnung als Fehlbildung bezeichnet wird.

Der von OTTO und SCHUMACHER (1978) am vietnamesischen Hängebauchschwein beobachtete geringere Anteil an Normalbissen von 14,6 Prozent und das Überwiegen progner Verzahnungen gegenüber Normalbissen beim Berliner Miniaturschwein stellt den Normalitätsbegriff in Zweifel. Gleichzeitig ergibt sich die Frage, ob eine progne Verzahnung generell schweinetypisch ist.

Demgegenüber stehen Vergleichsuntersuchungen von OTTO und WILHELM (1979) an Haus- und Wildschweinen, die deutlich geringere Anteile an progneren Verzahnungen bei den von ihnen untersuchten Tieren ergaben. Der ermittelte Anteil an progneren Formen (progne Verzahnung und Progenie) von 20 Prozent bei den untersuchten Hauschweinen gegenüber den 76 Prozent beim vietnamesischen Hängebauchschwein (OTTO u. SCHUMACHER, 1978) und den 48 Prozent beim Berliner Miniaturschwein (s. Tab. 26) weisen eher auf eine rassenspezifische Normalität hin.

Weitere Untersuchungen an verschiedenen Rassen könnten klären, inwieweit die progne Verzahnung beim Schweinegebiß allgemein oder rassenspezifisch als normal anzusehen ist. Zu beachten wäre dabei auch die beim Berliner Miniaturschwein festgestellte Veränderung der sagittalen Verhältnisse in der Front mit zunehmendem Alter sowie eine möglicherweise verstärkte Ausbildung progner Formen durch Inzucht,

wie es sich durch die Untersuchung der Inzuchttiere andeutet. Auch die Tatsache, daß die Nachkommen der Eber mit Kopfbiß eine tendenziell verstärkte Ausprägung von Kopfbiß aufweisen, ist zu berücksichtigten.

Die Höhe der oben dargestellten Anteile progener Formen gegenüber dem von OTTO und WILHELM (1979) an Wildschweinschädeln ermittelten Wert von 6,4 Prozent könnte ein Ergebnis der Domestikation darstellen. Die mit der Domestikation verbundene Verkürzung des Gesamtschädels (HERRE u. RÖHRS, 1990) hat offensichtlich den anterioren Abstand von Ober- und Unterkieferalveolarfortsatz in der Sagittalebene verringert. Diese morphologische Veränderung gegenüber dem Wildschweinschädel kann Kopfbiß oder progene Verzahnung der Frontzähne begünstigen.

Zu dieser morphologischen Komponente könnte noch eine funktionelle kommen, die die große Anzahl von progenen Verzahnungen vor allem in höheren Altersgruppen erklären ließe. HERRING und SCAPINO (1973) kommen nach umfangreichen Studien zu der Schlußfolgerung, daß das Unterkiefervorderteil des Schweines mit den nach anterior geneigten Frontzähnen die Funktion eines Löffels hat, mit dem die Nahrung eingesammelt, eingeschaufelt wird. Durch diese intensive Vorschubbewegung, begünstigt durch die veränderte Schädelform geht der Kontakt zu den oberen Schneidezähnen verloren. Die unteren Frontzähne können sich durch den fehlenden Kontakt zu den Antagonisten im Oberkiefer verlängern und eine progene Verzahnung manifestiert sich. Mit Längsschnittuntersuchungen könnte diese Hypothese überprüft werden.

Eine Veränderung der Lagebeziehung des Ober- und Unterkiefers zueinander im Laufe des Schädelwachstums wurde auch von VIRCHOW (1937) und DUTHIE (zit. in: SCHUMANN, 1957) festgestellt. Andere Angaben aus der Literatur zu Ober- bzw. Unterkieferverkürzungen werden im Zusammenhang mit Erbdefekten infolge Selektion betrachtet. Von SCHUMANN (1957) wird die wirtschaftliche Bedeutung einer Verkürzung des Oberkiefers gegenüber dem Unterkiefer (ähnlich einer progenen Verzahnung oder Progenie), wie sie beim größten Teil der älteren Berliner Miniaturschweine (vor allem Zuchttiere) festgestellt wurde, durch eine Erschwerung der Futteraufnahme dargestellt.

Die Auswertung der Okklusionsverhältnisse in der Front innerhalb der Sauenfamilien und Eberlinien gestaltete sich durch die Feststellung der Altersabhängigkeit dieses Merkmals sehr schwierig, da die Altersstruktur jeweils sehr unterschiedlich war.

Zu den sagittalen Okklusionsverhältnissen im Eckzahnbereich standen die Aussage von TONGE und Mc CANCE (1973) und zwei unterschiedliche Angaben zu den Ver-

hältnissen im Milch- und Dauergebiß von NICKEL et al. (1987) zur Verfügung (Abschn. 2.3), die aber nicht kieferorthopädisch definiert wurden.

Die Untersuchung der Okklusionsbeziehungen im Eckzahnbereich beim Berliner Miniaturschwein erfolgte durch die Bestimmung der Lage der Alveolen zueinander (s. 3.2.2, Abb. 15) und ergab innerhalb der Population größtenteils eine neutrale Lage sowie eine mesiale Verschiebung der Alveole des unteren Eckzahnes um $\frac{1}{2}$ Zahnbreite sowohl beid- bzw. einseitig mit einer neutralen Lage auf der anderen Seite. Die Lage der Alveolen entspricht dabei nicht in jedem Fall der eigentlichen Verzahnung. Diese ergibt sich aus der speziellen Form und Neigung der betreffenden Zähne (I3, C) im Milch- und Dauergebiß.

Von TONGE und Mc CANCE (1973) wird eine mesiale Lage des unteren Eckzahnes gegenüber dem oberen im Milch- sowie im Dauergebiß beschrieben. Diese Lagebeziehung tritt beim Berliner Miniaturschwein in jedem Fall auf. Die Angabe dieser Autoren gibt aber keine Auskunft über die mesiale Entfernung des unteren Eckzahnes zum oberen. Auch bei einem Kontakt des unteren Eckzahnes mit dem I3 des Oberkiefers, befände sich C des Unterkiefers mesial vom Eckzahn des Oberkiefers.

Im Milchgebiß des Berliner Miniaturschweines kommt es sowohl bei einer neutralen Lage der Alveole, als auch bei einer Verschiebung der Alveole des unteren Eckzahnes um $\frac{1}{2}$ Zahnbreite zu einem Kontakt von Id3 OK und Cd UK, was der von NICKEL et al. (1987) beschriebenen Situation, daß Id3 des Oberkiefers Cd des Unterkiefers zum Antagonisten hat, nahe kommt. Dieser Kontakt entsteht durch die unterschiedlich starke mesiale Neigung des unteren Milcheckzahnes und des oberen Id3. Dokumente von HABERMEHL (1975) enthalten Abbildungen, auf denen ein Kontakt von Id3 des Oberkiefers und dem unteren Cd bei neutraler und mesialer Lage der Alveolen zueinander zu sehen sind. Andererseits konnte beim Berliner Miniaturschwein auch ein Hineinragen des unteren Milcheckzahnes in das Diastema zwischen Id3 und Cd des Oberkiefers (Abb. 35) beobachtet werden.

Über die Stellung der Zähne im Eckzahnbereich des bleibenden Gebisses wird von NICKEL et al. (1987) ausgesagt, daß der obere dritte Schneidezahn über dem Diastema zwischen dem unteren I3 und C steht. Das bedeutet aufgrund der Diastemen beim Schwein ein Hineinragen des unteren Eckzahnes in das Diastema zwischen I3 und C des Oberkiefers. Somit steht der untere Eckzahn mesial vor dem oberen (TONGE u. Mc CANCE, 1973). Die Ergebnisse am Berliner Miniaturschwein bestätigen beide Aussagen. Daneben ergaben die Untersuchungen, daß diese Position sowohl bei einer, nach Definition in dieser Arbeit, neutral als auch um $\frac{1}{2}$ Zahnbreite mesial vom Be-

zugspunkt liegenden Alveole des unteren Eckzahnes, eingenommen wird. Durch die bukkale Neigung und die distale Biegung des unteren Eckzahnes kommt es bei einer mesialen Verschiebung der Alveole des unteren Eckzahnes um $\frac{1}{2}$ Zahnbreite, im Gegensatz zum Milchgebiß, selten zu einem Kontakt des unteren Eckzahnes mit dem oberen dritten Schneidezahn.

Aufgrund der Bestätigung der Aussagen von NICKEL et al. (1987) durch die Ergebnisse am Berliner Miniaturschwein kann man die von diesen Autoren festgestellten Positionen der Zähne im Eckzahnbereich im Milch- und Dauergebiß verbunden mit einer neutralen Lage sowie einer mesialen Verschiebung der Alveole des unteren Eckzahnes um $\frac{1}{2}$ Zahnbreite als Normalokklusion für das Schweinegebiß bezeichnen. Dagegen entsteht durch eine mesiale Verschiebung der Alveole um $\frac{1}{4}$ Zahnbreite eine anormale Stellung des unteren Eckzahnes mesial des oberen I3. Ein verstärktes Auftreten dieser Okklusionsbeziehung im Bereich der Eckzähne wurde bei den Nachkommen des Ebers Nr. 376 beobachtet. Dabei scheint sich bei den Nachkommen dieses Ebers der Einfluß der Rückkreuzung auszuwirken, denn ein Vergleich zwischen Reinzucht-, Inzucht- und Rückkreuzungstieren ergab eine stärkere Ausprägung dieser Form bei den Rückkreuzungstieren.

Im Seitenzahnggebiet konnte in der untersuchten Population des Berliner Miniaturschweines größtenteils ein Neutralbiß, wie er auch von NICKEL et al. (1987) für das Schweinegebiß beschrieben wurde, festgestellt werden. Dieser Neutralbiß, bei dem der mesiobukkal Höcker des oberen ersten Molaren zwischen die bukkalen Höcker des unteren ersten Molaren beißt, stellt also auch beim Berliner Miniaturschwein die normale Verzahnung im Seitenzahnggebiet dar. Mesial- bzw. Distalbiß, wie sie von OTTO und SCHUMACHER (1978) beim vietnamesischen Hängebauchschwein ermittelt wurden, treten nur gering bzw. nicht auf. Anormale Verzahnungen im Seitenzahnggebiet (Mesial- bzw. Distalbiß) sind demzufolge im Gegensatz zum vietnamesischen Hängebauchschwein beim Berliner Miniaturschwein eher selten zu finden. Somit scheint die untersuchte Population des Berliner Miniaturschweines in dieser Beziehung sehr homogen zu sein.

Bei einer gemeinsamen Betrachtung der Okklusionsbeziehungen im Seiten-, Eck- und Frontzahnggebiet eines Schädels wurde festgestellt, daß im Gegensatz zum Menschen eine Verschiebung eines Zahnes möglich ist, ohne die Okklusion anderer Zähne zu verändern. So hat eine einseitige oder beidseitige Verschiebung der Eckzähne teilweise keinen Einfluß auf die Verzahnung der Front oder der Zähne im Seitenzahnggebiet, d.h. es tritt bei Schädeln mit einer mesialen Verschiebung im Eckzahnbereich

sowohl ein normaler Frontzahnbiß (Nr. A80, Abb. 34) als auch eine abweichende Frontzahnbeziehung (Nr. A35, Abb. 38) auf. Umgekehrt gilt dies bei einer normalen Verzahnung im Bereich der Eckzähne, in dem ebenso normale (Nr. A105, Abb. 39) wie anomale (Nr. A47, Abb. 37) Frontzahnokklusionen vorkommen. Beide Schädel mit Mesialbiß im Seitenzahnbereich sind im Bereich der Eckzähne mesial und in der Front progn verzhänt, wobei bei Schädel Nr. A25 (beidseitiger Mesialbiß im Seitenzahngebiet) beide unteren Eckzähne um $\frac{1}{4}$ Zahnbreite (Abb. 41) verschoben sind. Beachtenswert ist aber die Feststellung, daß beim Berliner Miniaturschwein bei einer Verschiebung der Alveolen im Eckzahnbereich diese fast ausschließlich in mesialer Richtung stattdndet. Vielleicht kann in diesem Zusammenhang die Tatsache gesehen werden, daß auch in der Front die Tendenz zu prognen Formen besteht. Andererseits bedeutet aber, wie schon erwähnt, ein Vorstehen des Unterkiefers gegenüber dem Oberkiefer nicht gleichzeitig eine Mesialverschiebung im Eckzahnbereich oder umgekehrt.

5.3 Ausblick

Ziel dieser Arbeit war es nicht, Analogien zwischen dem Menschen und dem Schweinegebiß zu finden und eine Wertigkeit vorzunehmen. Das ist nicht Aufgabe eines Tierzüchters. In seine Kompetenz fällt es jedoch, ein klar definierbares Modelltier für die verschiedenen Belange der medizinischen Forschung bereitzustellen. Die morphologischen und physiologischen Ähnlichkeiten des Schweine- und Menschengebisses und die damit verbundenen Vorteile der Miniaturschweinerassen gegenüber anderen Tierarten für den Einsatz als Modelltier in der Zahnmedizin wurden von mehreren Autoren bestätigt. Deshalb wurden die Methoden der kieferorthopädischen Befunderhebung am Gebiß des Menschen angewendet. Das war jedoch nicht ohne Einschränkungen möglich. Dabei kamen die Gemeinsamkeiten und Unterschiede einiger Gebißparameter zum Ausdruck. Die Untersuchungen zeigten teilweise eine große Variationsbreite der auftretenden Okklusionsformen. Ebenso wie das des Menschen ist das Schweinegebiß nicht uniform. Die Definition von normalen und anormalen Gebißparametern erfolgt beim Menschen mit unterschiedlicher Wertung, um ein therapeutisches Vorgehen als notwendig, bedingt notwendig oder überflüssig (KLINK-HECKMANN u. BREDY, 1990) einzustufen.

Die in dieser Arbeit gewonnenen Kenntnisse über die Gebißentwicklung des Berliner Miniaturschweines lassen in Verbindung mit den Literaturhinweisen eine Verallgemeinerung einiger Ergebnisse für das Schweinegebiß zu. Die transversalen, vertikalen und sagittalen Okklusionsbeziehungen, die erstmals umfassend an einem standardisierten Tiermaterial bestimmt wurden, reichen aufgrund der teilweise geringen Angaben aus der Literatur für die Definition des Normgebisses beim Schwein nicht aus. Die Kenntnis der normalen Okklusionsbeziehungen ist wiederum für einen Einsatz in der zahnmedizinischen Forschung erforderlich. Bei den dafür notwendigen weiteren Untersuchungen ist es wichtig, neben einem genau definierten Tiermaterial eine vergleichbare Untersuchungsmethodik anzuwenden.

Die unvollständige Kenntnis der Morphologie des Schweinegebisses, insbesondere der normalen Okklusionsverhältnisse und deren mögliche rassenspezifische Abweichungen erschweren die Ableitung züchterischer Maßnahmen. Die dennoch festgestellten Tendenzen können Ansatzpunkte für weitere genetisch-züchterische Untersuchungen bilden.

Ebenso ist es aufgrund des Kenntnisstandes schwierig, Anomalien als solche zu erfassen und ihre Vererbung zu analysieren. Auch die Auswirkungen von Anomalien auf die Funktions- und Leistungsfähigkeit des Kauapparates können nur pauschalisiert werden und bedürfen nach genauer Kenntnis der Anomalien einer Wichtung, wie sie auch beim Menschen vorgenommen wird.

6 Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden der Zahndurchbruch und die Okklusionsverhältnisse an 150 Schädeln verschiedener Altersgruppen einer geschlossenen Population des Berliner Miniaturschweines untersucht. Die Population wurde anhand von 92 Reinzucht-, 28 Inzuchttieren sowie 30 Schädeln von Tieren der ersten und zweiten Rückkreuzungsgeneration an das Berliner Miniaturschwein nach Einkreuzung eines Ebers der Belgischen Landrasse züchterisch untersucht. Die in der Literatur vorhandenen Kenntnisse über das Schweinegebiß wurden entsprechend der Aufgabenstellung so umfassend wie möglich dargestellt und für die Erarbeitung der Untersuchungsmethoden analysiert.

Es erfolgte eine eindeutige Definition des Begriffes des Zahndurchbruchs und eine ausführliche Beschreibung der Methoden der Einzeluntersuchungen, um eine Wertung und Vergleichbarkeit der gewonnenen Ergebnisse zu ermöglichen. Der Prozeß des Zahndurchbruchs dauert bei den einzelnen Zähnen unterschiedlich lange. Die Reihenfolge des Durchbruchs stellte sich wie erwartet als im wesentlichen übereinstimmend mit anderen Schweinerassen dar. Unterschiedliche Zahndurchbruchzeiten der gleichnamigen Zähne im Ober- und Unterkiefer konnten deutlich gemacht werden.

Die beim Berliner Miniaturschwein auftretende Zahnunterzahl zeigte sich mit Ausnahme von P1 UK nur sporadisch. Dagegen ist der Anteil fehlender unterer erster Prämolaren im Gegensatz zu anderen Rassen sehr hoch. Der geringere Anteil an fehlenden P1 UK bei den Rückkreuzungstieren bestätigte die Rassenabhängigkeit dieses Merkmals.

Die erstmals ausführliche Bestimmung der transversalen, vertikalen und sagittalen Okklusionsverhältnisse beim Schwein erfolgte vor allem im Hinblick auf eine Nutzung als Modelltier in der Zahnmedizin mit Hilfe der Begriffe der kieferorthopädischen Diagnostikmethoden des Menschen unter Beachtung der morphologischen Unterschiede.

Die transversalen Beziehungen im Seitenzahngebiet des Schweines müssen im Gegensatz zum Menschen an zwei verschiedenen Zahnformen untersucht werden und bedingen somit unterschiedliche Okklusionsverhältnisse. Bei den sekundonten Seitenzähnen erschwerte die große Vielfalt der an einem Schädel auftretenden Okklusionsbeziehungen vor allem bei älteren Tieren die Systematisierung.

Die Methoden zur Bestimmung der vertikalen Okklusionsbeziehungen ließen sich vom Menschen auf das Schwein übertragen. Es wurden keine schweren Anomalien festgestellt.

Die sagittalen Okklusionsverhältnisse erwiesen sich im Front-, Eck- und Seitenzahnbereich nach den beim Menschen geltenden Grundsätzen sowohl als normal als auch als anormal.

Die Ergebnisse im Frontzahngebiet, die ein Überwiegen, von einer beim Menschen als anormal bezeichneten Okklusionsform erbrachten, stellen den Normalitätsbegriff in Frage. Es werden dazu morphologische, funktionelle sowie rassenspezifische Aspekte diskutiert.

Im Eckzahnbereich wurde die Alveole des unteren Eckzahnes zur Bestimmung der Lage genutzt, da die betreffenden Zähne durch ihre Form und Neigung verschiedene Positionen einnehmen können. Eine signifikant häufigere Ausprägung zeigten die Rückkreuzungstiere in der Ausbildung von mesialen Verschiebungen des unteren Eckzahnes um $\frac{1}{4}$ Zahnbreite, die sich darin manifestiert, daß der untere Eckzahn mesial des oberen dritten Schneidezahnes steht.

Die Ausprägung der sagittalen Okklusionsbeziehungen im Bereich der Seitenzähne erwies sich beim Berliner Miniaturschwein als sehr ausgeglichen. Der auch von anderen Autoren festgestellte Neutralbiß wird nach den gleichen Grundsätzen wie beim Menschen bestimmt.

Die Untersuchung der Reinzucht-, Inzucht- und Rückkreuzungstiere erbrachte signifikante Unterschiede in der Ausprägung einiger Merkmale.

Ebenso wurde die Ausbildung der untersuchten Merkmale der Eberlinien und Sauenfamilien verglichen, wobei sich vereinzelt Tendenzen einer Unterschiedlichkeit zeigten.

Der mit dieser Arbeit erzielte Wissenszuwachs über das Schweinegebiß ist als Basismaterial für spezielle zahnmedizinische Versuche und für die Ableitung züchterischer Maßnahmen zur Entwicklung eines standardisierten Modelltieres für die Zahnmedizin noch nicht ausreichend.

7 Literaturverzeichnis

ACKERKNECHT, E. (1950):

Anatomische Unterschiede zwischen Wildschwein und Hausschwein.
Z. Tierzücht. und Zuchtungsbiol., Berlin 58, 467-472

BÄHR, K. H. und W. SCHULZE (1972):

Das Schwein als standardisiertes Versuchstier.
Z. Rheumaforschung, Darmstadt 31, 99-104

BECKER, E. (1970):

Zähne. In: Handbuch der speziellen pathologischen Anatomie der Haustiere.
Bd.5 Digestionsapparat 1. Teil
3. Aufl., Verlag Paul Paray, Berlin und Hamburg

BERG, R. (1995):

Angewandte und topographische Anatomie der Haustiere.
4. Aufl., Gustav Fischer Verlag, Jena

BIENIECK, H.-J. und K. W. BIENIECK (1993):

Zahnheilkunde für die Kleintierpraxis.
Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart

BODEGOM, J. (1969):

Experiments on tooth eruption in miniature pigs.
Nijmegen, Proefschrift

BOESSNECK, J. (1955):

Angeborene Oligodontie bei vor- und frühgeschichtlichen Haustieren sowie ein
Beitrag zur Frage der Oligodontie bei Haustieren und deren Wildverwandten.
Tierärztl. Umschau, Konstanz 10, 138-205

BUCK, D. L., E. B. JUMP und M. E. WEAVER (1965):

Orthodontic tooth movement in miniature swine.
I.A.D.R. 43rd General Meeting, Abstr. 80

BÜHL, A. und P. ZÖFEL (1994):

SPSS für Windows Version 6: Praxisorientierte Einführung in die moderne Datenanalyse.

Addison-Wesley Publishing Company, Bonn, Paris, Reading u.a.

BUTZ, O. (1935):

Die Altersbestimmung beim Schwein.

Z. Schweinezucht 42, 242

DAHME, E. und E. WEISS (1988):

Grundriß der speziellen pathologischen Anatomie der Haustiere.

Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart

DETMERS, A. (1956):

Die Zucht eines neuen „Versuchstieres“, des Miniaturschweines in Amerika.

Z. Tierzücht. und Züchtungsbiol., Berlin 68, 37-41

DINC, C. und H. TRIDAN (1989):

Tierzahnheilkunde, Kieferorthopädie.

Kleintierpraxis, Hannover 34, 11-16

DITTRICH, R. (1985):

Erhebungen zum Erblichkeitsgrad und zur korrelativen Bindung der Mineralisation von Backenzähnen (P1 und M1) weiblicher Mastschweine aus einer Mastprüfungsanstalt.

Tierärztl. Hochsch. Hannover, Diss. vet. med.

DOUGLAS, W. R. (1972):

Of pigs and men in research.

Space Life Sciences, Dordrecht 3, 226- 234

DYCE, K. M., W. O. SACK und G. J. C. WENSING (1991):

Anatomie der Haustiere.

Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart

EISENMENGER, E. und K. ZETNER (1982):
Tierärztliche Zahnheilkunde.
Verlag Paul Paray, Berlin und Hamburg

ENGELBERG, K. (1917):
Beiträge zur Altersbestimmung des Schweins.
Univ. Leipzig, Diss. vet. med.

FARKAS, L. G., J. S. MUNRO und B. M. VANDERBY (1976):
Quantitative assessment of the morphology of the pigs head use as a model in
surgical.
Part 1, Canad. J. comp. Med., Ottawa 40, 397-403

FRIEDRICH, G. (1971):
Versuchstier Schwein.
Wissenschaft u. Fortschritt, Darmstadt 21, 80-83

GEORGIEVA, R., T. KOCH und S. GEORGIEV (1973):
Die Zucht des Göttinger Miniaturschweines und seine biologisch-medizinischen
Aspekte.
Arch. Exp. Vet. Med., Berlin 27, 481-490

GREGOR, G. und W. LEUCHT (1976):
Bedeutung, Zucht und Eigenschaften des Miniaturschweines. In: Fortschrittsbe-
richte für die Landwirtschaft und Nahrungsgüterwirtschaft.
Akad. Landw.wissensch., Berlin 14, H. 5/6

HABERMEHL, K. H. (1975):
Die Altersbestimmung bei Haus- und Labortieren.
2.Aufl., Verlag Paul Paray, Berlin und Hamburg

HALTENORTH, T. (1973):
Kausystem, Zähne allgemein, Zahnzahl, Gebißformen, Zahnarten, Kronenform,
Gebißformel, Gebißfolgen, Zahnwechsel.
Handb. Biologie 6(3), Frankfurt/M., 1249-1278

HEILMANN, M. und P. FAHRENKRUG (1987):
Zur Kieferorthopädie im Hundegebiß.
Der praktische Tierarzt, Hannover 5, 24-29

HERRE, W. und M. RÖHRS (1990):
Haustiere - zoologisch gesehen.
2. Aufl., Gustav Fischer Verlag, Jena

HERRING, S. W. und R. P. SCAPINO (1973):
Physiology of feeding in miniature pigs.
J. Morphol., Philadelphia 141, 427-460

HÖRR, H. P. (1973):
Das Schwein als Versuchstier für die Humanmedizin. Eine Literaturstudie.
Tierärztl. Hochsch. Hannover, Diss. vet. med.

JUMP, E. B. und M. E. WEAVER (1965):
The miniature pig in dental research. in: Swine in biomedical research.
Int. Symp. at Richland, Washington

KLINK-HECKMANN, U. und E. BREDY (1990):
Kieferorthopädie.
3. Aufl., Verlag J. A. Barth, Leipzig und Heidelberg

KOCH, T. und R. BERG (1990):
Lehrbuch der Veterinär Anatomie.
Bd.2 Eingeweidelehre
4. Aufl., Gustav Fischer Verlag, Jena

LANDOLT, W. (1968):
Vergleich des räumlichen Verhaltens von Schmelz- und Dentinkronen-Relief im
Dauergebiß des Schweins.
Morph. Jb., Leipzig 112, 304-368

LEUCHT, W., G. GREGOR und H. STIER (1982):

Das Miniaturschwein. In: Einführung in die Versuchstierkunde. Bd.4
Gustav Fischer Verlag, Jena

Mc CANCE, R. A., E. H. R. FORD und W. A. B. BROWN (1961):

Servers undernutrition in growing and adult animals. 7. Development of the skull,
jumps and teeth in the pig.
Brit. J. Nutrit., Cambridge 15, 213-224

Mc KEAN, C. F., E. B. JUMP und M. E. WEAVER (1971):

The calcification pattern on deciduous teeth in miniature swine.
Arch. Oral Biol., London 16, 639-648

MEYER, P. (1975):

Beispiele angeborener Zahn- und Gebißanomalien beim Europäischen Reh (Capreolus capreolus Linne, 1758) nebst einigen Bemerkungen zu deren Genese und Terminologie.
Z. Jagdwiss., Berlin und Hamburg 21, 89-105

MILES, A. E. W. und C. GRIGSON (1990):

Colyer's Variations and diseases of the teeth of animals.
Cambridge University Press, Cambridge, New York, Port Chester, Melbourne, Sydney

MOUNT, L. E. und D. L. INGRAM (1971):

The pig as a laboratory animal.
Academic Press, London und New York

MURARI, B. H. C. (1984):

Mandibelmessungen in einer Population weiblicher Mastschweine - Statistische und erbanalytische Erhebungen.
Tierärztl. Hochsch. Hannover, Diss. vet. med.

NEHRING, A. (1888):

Über Gebißentwicklungen der Schweine; insbesondere Verfrühungen und Verspätungen derselben.
Landwirtschaftl. Jb., Berlin 17, 31-82

NGARWATE, D. N. (1984):

Biometrische und populationsgenetische Untersuchungen zur Ermittlung der Heritabilität von Backenzahnmerkmalen bei Jungsauen.
Tierärztl. Hochsch. Hannover, Diss. vet. med.

NICKEL, R., A. SCHUMMER und E. SEIFERLE (1987):

Lehrbuch der Anatomie der Haustiere II.
6. Aufl., Verlag Paul Paray, Berlin und Hamburg

OTTO, B. (1976):

unveröffentlicht

OTTO, B. (1977):

Der Kauapparat des Vietnamesischen Hängebauchschweines nach unilateralen Zahnentfernungen; quantitative Untersuchungen des Schädels und der Kaumuskulatur.
Univ. Rostock, Diss. med.

OTTO, B. und G. H. SCHUMACHER (1978):

Gebißanomalien beim Vietnamesischen Hängebauchschwein.
Z. Versuchstierk., Jena 20, 122-131

OTTO, B. und B. WILHELM (1979):

Beitrag zur Progenie beim Schwein.
2. Symp. der AG Teratologie, Jena

OTTO, B. (1987):

Vergleichend - anatomische Untersuchungen über den Einfluß der Zähne auf die postnatale Kranio-genese des Vietnamesischen Hängebauchschweines.
Univ. Greifswald, Diss. med..

OTTO, N. (1990):

Vergleichend odontologische Untersuchungen omnivorer Gebisse und herbivorer Gebisse, Abrasion, Kariesbefall, alveolärer Knochenverlust in Abhängigkeit vom biologischen Lebensalter.
Akad. Erfurt, Dipl. med.

OTTO, N., A. STIEFEL und M. TEICHERT (1994):

Vergleichende Odontologie herbivorer und omnivorer Gebisse.
Kühn-Archiv, Berlin und Hamburg 88, 68-78

POWELL, K., P. J. ATKINSON und G. WOODHEAD (1973):

Cortical bone structure of the pig mandible.
Arch. oral Biol., London 18, 171-180

REICHENBACH, E. und H. BRÜCKL (1971):

Kieferorthopädische Klinik und Therapie.
Verlag J. A. Barth, Leipzig

RIPKE, E. (1964):

Beitrag zur Kenntnis des Schweinegebisses.
Anat. Anz., Jena 114, 181-211

ROMER, A. S. und T. S. PARSON (1991):

Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere.
5. Aufl., Verlag Paul Paray, Hamburg und Berlin

SCHNEIDER, H. (1992):

Kieferorthopädie.
4. Aufl., Apollana Verlag, Lünich

SCHOOP, P. G. (1953):

Die Vererbung von Zahnstellungs- und Bissanomalien beim Pferd.
HU Berlin, Diss. vet. med.

SCHUMACHER, G. H. (1983):

Odontographie - Eine Oberflächenanatomie der Zähne.
4.Aufl., Verlag J. A. Barth, Leipzig

SCHUMANN, H. (1957):

Erbliche Kopfskelettmißbildungen beim Schwein.
Zuchthygiene, Jena 1, 19-30

SEIFERT, H., F. ZOBEL und J. FÜLLER (1992a):

Ausgewählte Kennwerte der Reproduktionsleistung beim Berliner Miniatur-
schwein.

Wiss. Z. der Humb.- Univ. zu Berlin, R. Agrarwiss. 41 (1992) 4, 9-13

SEIFERT, H., K. DOMS und J. FÜLLER (1992b):

Genetisch-züchterische Wertung der Ergebnisse zur Wachstumsleistung, Körper-
zusammensetzung sowie zu Organgewichten beim Berliner Miniaturschwein.

Wiss. Z. der Humb.-Univ. zu Berlin, R. Agrarwiss. 41 (1992) 4, 15-19

SELHORST, F. (1964):

Orthodontische und kieferorthopädische Behandlungen und Versuche an Hunden.
Univ. München, Diss. vet. med.

SIERP-KARASCH, B. (1982):

Odontologische Gegenüberstellung von *Sus Scrofa Domestica* und *Sus Scrofa Scrofa* in Be-
zug auf Abrasion, Mineralogie der Zahnschubstanzen und Parodontolyse.
Univ. Gießen, Diss. vet. med.

SISSON, S. und J. D. GROSSMAN (1953):

The anatomy of the domestic animals.
4th ed., W. B. Saunders, Philadelphia, London

STUBBE, C. (1993a):

Bemerkungen zu Zahnanomalien in Schwarzwildpopulationen.
Beitr. zur Jagd- und Wildforsch., Berlin 18, 67-70

STUBBE, C. (1993b):

Wechsel und Wachstum der Zähne beim Schwarzwild *Sus scrofa* L., 1758.
Beitr. zur Jagd- und Wildforsch., Berlin 18, 59-66

STUBBE, M., I. STUBBE und W. STUBBE (1986):

Zahnanomalien bei *Sus scrofa* L., 1758 und kranio metrische Daten aus zwei
Schwarzwildpopulationen.
Beitr. zur Jagd- und Wildforsch., Berlin 14, 233-247

THAVALINGHAM, M. (1983):

Populations-Odontometrien an Backenzähnen weiblicher Mastschweine aus ei-
ner Mastprüfungsanstalt.
Tierärztl. Hochsch. Hannover, Diss. vet. med.

THENIUS, E. (1989):

Zähne und Gebiß der Säugetiere.
Walter de Gruyter Verlag, Berlin und New York

TONGE, C. H. und R. A. Mc CANCE (1973):

Normal development of the jaws, teeth in pigs and the delay and malocclusion
produced.
J. Anat., Cambridge 115 (1), 1-22

VIRCHOW, H. (1937):

Über das Schweinegebiß mit Ausblicken auf die Gebisse anderer Säugetiere.
Sitzungsber. Ges. Naturforsch. Freunde, Berlin 12

WEAVER, M. E., F. M. SORENSON und E. B. JUMP (1962):

The miniature pig as an experimental animal in dental research.
Arch. Oral Biol., London 7, 17- 24

WEAVER, M. E., E. B. JUMP und C. F. Mc KEAN (1966):

The eruption pattern of deciduous teeth in miniature swine.
Anat. Rec., Philadelphia 154, 81-86

WEAVER, M. E., E. B. JUMP und C. F. Mc KEAN (1969):

The eruption pattern of permanent teeth in miniature swine.
Arch. Oral Biol., London 14, 323-331

WEGNER, W. (1987):

Genetisch bedingte Zahnanomalien.

Der praktische Tierarzt, Hannover 5, 19-22

WENHAM, G. und V. R. FOWLER (1973):

A radiographic study of age changes in the skull mandible and teeth of pigs.
J. agric. sci., Cambridge 80, 451-461

WENZEL, U. D. (1982):

Pelztiergesundheitsdienst.

Verlag Gustav Fischer, Jena

ZOBEL, F. (1992):

Erste Analyse der Reproduktionsleistung und einiger ausgewählter Kennwerte der
Berliner Miniaturschweinepopulation in der Versuchsstation Dobbrükow.
HU Berlin, Dipl. agr.

Tab. 1	Angaben verschiedener Autoren zu Durchbruchzeiten der Zähne beim Schwein
Tab. 2	Anzahl der männlichen und weiblichen Schädel in den Altersgruppen unterteilt in Reinzucht-, Inzucht- und Rückkreuzungstiere
Tab. 3	Anzahl der Schädel mit den jeweiligen Zähnen in den einzelnen Durchbruchstadien einen Tag alter Tiere
Tab. 4	Anzahl der Schädel mit den jeweiligen Zähnen in den einzelnen Durchbruchstadien einen Monat alter Tiere
Tab. 5	Anzahl der Schädel mit den jeweiligen Zähnen in den einzelnen Durchbruchstadien zwei Monate alter Tiere
Tab. 6	Anzahl der Schädel mit den jeweiligen Zähnen in den einzelnen Durchbruchstadien drei Monate alter Tiere
Tab. 7	Anzahl der Schädel mit den jeweiligen Zähnen in den einzelnen Durchbruchstadien vier Monate alter Tiere
Tab. 8	Anzahl der Schädel mit den jeweiligen Zähnen in den einzelnen Durchbruchstadien 6,5 Monate alter Tiere
Tab. 9	Anzahl der Schädel mit den jeweiligen Zähnen in den einzelnen Durchbruchstadien 7,5 Monate alter Tiere
Tab. 10	Anzahl der Schädel mit den jeweiligen Zähnen in den einzelnen Durchbruchstadien zehn Monate alter Tiere
Tab. 11	Anzahl der Schädel mit den jeweiligen Zähnen in den einzelnen Durchbruchstadien 14 Monate alter Tiere
Tab. 12	Anzahl der Schädel mit den jeweiligen Zähnen in den einzelnen Durchbruchstadien bei über 20 Monate alten Tieren
Tab. 13	Zeitpunkte der Feststellung des Erreichens der Okklusionsebene der Milch- und Dauerzähne in der untersuchten Population in Monaten
Tab. 14	Prozentualer Anteil an Zähnen in den jeweiligen Durchbruchstadien bei männlichen und weiblichen Tieren zweier Altersgruppen
Tab. 15	Anzahl der Schädel vier Monate alter Reinzucht- und Inzuchttiere in verschiedenen Stadien bei der Ausbildung des vollständigen Milchgebisses
Tab. 16	Anzahl der Schädel 6,5 Monate alter Reinzucht- und Rückkreuzungstiere in den jeweiligen Durchbruchstadien von I3, C, P1 und M1

Tab. 17	Absolute und relative Anzahl der Schädel ohne P1 im Unterkiefer bei Reinzucht-, Inzucht- und Rückkreuzungstieren
Tab. 18	Absolute und relative Anzahl der Schädel mit verschiedenen transversalen Okklusionsformen im Bereich der sekundonten Seitenzähne innerhalb der Altersgruppen
Tab. 19	Absolute und relative Anzahl der Schädel mit Kreuzbiß im Bereich der sekundonten Seitenzähne innerhalb der Altersgruppen
Tab. 20	Absolute und relative Anzahl verschiedener Okklusionsformen an den sekundonten Prämolaren bei männlichen und weiblichen Tieren sowie insgesamt
Tab. 21	Auftreten verschiedener transversaler Okklusionsbeziehungen (absolut und relativ) im Bereich der sekundonten Seitenzähne bei Reinzucht-, Inzucht- und Rückkreuzungstieren
Tab. 22	Absoluter und relativer Anteil transversaler Okklusionsbeziehungen an den sekundonten Seitenzähnen innerhalb der Zuchtgruppen
Tab. 23	Absoluter und relativer Anteil transversaler Okklusionsbeziehungen der Nachkommen verschiedener Eber
Tab. 24	Anzahl der Tiere mit bzw. ohne Kreuzbiß im Vergleich der Reinzucht-, Inzucht- und Rückkreuzungstiere
Tab. 25	Vergleich der Kreuzbißhäufigkeit zwischen den Zuchtgruppen
Tab. 26	Verteilung (absolut und relativ) verschiedener Okklusionsbeziehungen im Frontzahnbereich innerhalb der Altersgruppen (n = 133)
Tab. 27	Vergleich der sagittalen Okklusionsbeziehungen in der Front zwischen männlichen und weiblichen Tieren der Alterskategorie 6,5 bis zehn Monate
Tab. 28	Absolute und relative Häufigkeit des Auftretens verschiedener Okklusionsformen in der Front bei vier Monate alten Rein- und Inzuchttieren insgesamt sowie verschiedener Inzuchtgrade
Tab. 29	Vergleich 6,5 bis zehn Monate alter Reinzucht- und Rückkreuzungstiere in der Ausprägung der sagittalen Frontzahnbeziehung
Tab. 30	Untersuchung der Nachkommen der Eber Nr. 88 und Nr. 254 auf sagittale Frontzahnbeziehungen
Tab. 31	Absolute und relative Häufigkeit verschiedener Verzahnungen im Eckzahnbereich innerhalb der Altersgruppen
Tab. 32	Anzahl männlicher bzw. weiblicher Tiere mit verschiedenen sagittalen Okklusionsbeziehungen im Eckzahnbereich

- Tab. 33 Absolute und relative Anzahl von Reinzucht-, Inzucht- und Rückkreuzungstieren mit verschiedenen Verzahnungsmöglichkeiten im Eckzahnbe-
reich
- Tab. 34 Absolute und relative Häufigkeit verschiedener Verzahnungen im Eck-
zahnbe- reich innerhalb der fünf Zuchtgruppen
- Tab. 35 Absoluter und relativer Anteil verschiedener Verzahnungen im Eckzahn-
bereich von Nachkommen mehrerer Eber
- Tab. 36 Anteil fehlender P1 im Unterkiefer bei verschiedenen Rassen

- Abb. 1 Vollständiges bleibendes Gebiß eines Ebers (HABERMEHL, 1975)
- Abb. 2 Zweiter Prämolare des Unterkiefers (THAVALINGHAM, 1983)
- Abb. 3 Bukkale Seite des unteren M1 (THAVALINGHAM, 1983)
- Abb. 4 Okklusale Seite des M1 UK (THAVALINGHAM, 1983)
- Abb. 5 Weiblicher (a,b) und männlicher (c,d) Ober- und Unterkieferzahn (HABERMEHL, 1975)
- Abb. 6 Oberer P1 (THAVALINGHAM, 1983)
- Abb. 7 Oberer und unterer Zahnbogen des Schweines (NICKEL et al., 1987)
- Abb. 8 Frontal offener Biß (OTTO u. Schumacher, 1978)
- Abb. 9 Seitlich offener Biß, Mesialbiß, progene Verzahnung der Front (OTTO u. Schumacher, 1978)
- Abb. 10 Progenie (HABERMEHL, 1975)
- Abb. 11 Berliner Miniaturschwein
- Abb. 12 Gebißebenen
- Abb. 13 Okklusionsformen in der Transversalen beim Menschen (SCHNEIDER, 1991)
- Abb. 14 Sagittale Frontzahnokklusion beim Schwein
- Abb. 15 Sagittale Okklusionsbeziehung der Eckzähne beim Schwein
- Abb. 16 Sagittale Okklusionsbeziehung im Seitenzahngelände beim Schwein
- Abb. 17 Prämolarenwechsel rechts, Nr. A28, 14 Monate
- Abb. 18 Prämolarenwechsel links, Nr. A28, 14 Monate
- Abb. 19 Prämolarenwechsel links, Nr. A91, 14 Monate
- Abb. 20 Prämolarenwechsel rechts, Nr. A91, 14 Monate
- Abb. 21 Fehlen des rechten Eckzahnes u. P1 beidseitig im UK, Nr. A93, 14 Monate
- Abb. 22 Fehlen von P1 beidseitig und P2 links im Unterkiefer, Nr. A49, 36 Monate
- Abb. 23 Fehlen von Id3 und P1 im Oberkiefer, Nr. A18, 7,5 Monate
- Abb. 24 Schädel mit P1 beidseitig im Unterkiefer, Nr. A40, 13 Monate
- Abb. 25 Kopfbiß im Bereich der sekundären Seitenzähne (Pd2/Pd3), Nr. A62, drei Monate
- Abb. 26 Kreuzbiß an Pd3, Pd4/Pd4 übergehend in eine Lingualokklusion an den sekundären Seitenzähnen, Nr. A57, 14 Monate
- Abb. 27 Bukkale Nonokklusion an P1, P2/P2, P3, Nr. A3, 38 Monate

- Abb.28 Kreuzbiß an M1/M1 und bukkale Nonokklusion an P1/P2, Nr. A112, 38 Monate
- Abb.29 Engstand und vertikale Verkürzung des oberen P4 links, Nr. A86, 40 Monate
- Abb.30 Distaldrehung und Mesialklippung des P4 OK rechts mit vertikaler Verkürzung Nr. A138, 24 Monate
- Abb.31 Schädel wie Abbildung 30, okklusale Seite, persistierender Milchzahn
- Abb.32 Schädel eines einen Tag alten Tieres, Nr. A144
- Abb.33 Schädel eines einen Monat alten Tieres (Nr. A75) mit Kopfbiß in der Front, Mesialverschiebung um $\frac{1}{1}$ Zahnbreite im Eckzahnbereich und Neutralokklusion im Seitenzahngebiet
- Abb.34 Schädel eines zwei Monate alten Tieres (Nr. A80) mit Normalbiß in der Front, Mesialverschiebung um $\frac{1}{2}$ Zahnbreite an den Eckzähnen und Neutralokklusion im Seitenzahngebiet
- Abb.35 Drei Monate altes Miniaturschwein (Nr. A59) mit neutraler Verzahnung im Front-, Eck- und Seitenzahngebiet
- Abb.36 Vier Monate altes Inzuchttier (Nr. A117, F = 0,250) mit Progenie in der Front, $m\frac{1}{1}$ an den Eckzähnen und Neutralbiß an den Seitenzähnen
- Abb.37 Schädel eines 6,5 Monate alten Tieres (Nr. A47) mit progner Verzahnung in der Front und Neutralokklusion im Eck- und Seitenzahnbereich
- Abb.38 7,5 Monate altes Tier (Nr. A35) mit progner Verzahnung in der Front, $m\frac{1}{2}$ im Eckzahnbereich und Neutralokklusion im Seitenzahngebiet
- Abb.39 Zehn Monate altes Miniaturschwein (Nr. A105) mit neutraler Verzahnung im Front-, Eck- und Seitenzahngebiet
- Abb.40 14 Monate altes Tier (Nr. A57) mit Kopfbiß in der Front, Distalverschiebung um $\frac{1}{2}$ Zahnbreite an den Eckzähnen und Neutralokklusion im Seitenzahngebiet
- Abb.41 Schädel eines 20 Monate alten Tieres (Nr. A25) mit progner Verzahnung in der Front, $m\frac{1}{1}$ im Eckzahnbereich und Mesialokklusion im Seitenzahngebiet

Erklärung

Hiermit erkläre ich, daß die vorliegende Arbeit von mir angefertigt wurde und andere Hilfsmittel als die von mir angegebenen nicht verwendet wurden.

Berlin, im Dezember 1997

Grit Otto

Abkürzungsverzeichnis

AG	Altersgruppe
b	bukkal
B	erste Durchbruchphase
BNO	bukkale Nonokklusion
BO	Bukkalokklusion
d	Tag
d ^{1/2}	Distalverschiebung um $\frac{1}{2}$ Zahnbreite
F	Inzuchtgrad
F1	erste Kreuzungsgeneration
ges.	gesamt
h ²	Hereditabilität
H	zweite Durchbruchphase
Kob	Kopfbiß
I	lingual
LO	Lingualokklusion
m	männlich
m ^{1/2}	Mesialverschiebung um $\frac{1}{2}$ Zahnbreite
m ^{1/1}	Mesialverschiebung um $\frac{1}{1}$ Zahnbreite
M	Monat
n	Anzahl bzw. neutral
O	dritte Durchbruchphase
OK	Oberkiefer
R1	erste Rückkreuzungsgeneration
R2	zweite Rückkreuzungsgeneration
UK	Unterkiefer
w	weiblich
W	Woche